



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

(11) PI 0410212-6 B1

(22) Data do Depósito: 26/04/2004

(45) Data de Concessão: 14/11/2017



(54) Título: MÉTODO E ARRANJO PARA DETECTAR INFORMAÇÃO DE SINAL EM UMA REDE DE RETRANSMISSÃO SEM FIOS, E, SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA RETRANSMISSÃO SEM FIOS

(51) Int.Cl.: H04L 12/28

(30) Prioridade Unionista: 15/05/2003 US 60/470,425

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

(72) Inventor(es): PETER LARSSON; NIKLAS JOHANSSON

“MÉTODO E ARRANJO PARA DETECTAR INFORMAÇÃO DE SINAL EM UMA REDE DE RETRANSMISSÃO SEM FIOS, E, SISTEMA DE COMUNICAÇÃO PARA RETRANSMISSÃO SEM FIOS”

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção relaciona-se geralmente a redes de comunicação, e mais particularmente, a redes sem fios tais como redes de retransmissão de multi-saltos, ad-hoc e cooperativas, onde múltiplos usuários compartilham um meio de comunicação comum, e a invenção visa avanços de desempenho em tais redes.

10 FUNDAMENTOS

Protocolos para compartilhar um meio sem fios efetivamente entre múltiplos usuários são denotados geralmente protocolos de acesso múltiplo, esquemas de acesso de canal ou esquemas de acesso de meio. Para compartilhamento eficiente (e freqüentemente favorável) do meio sem fios, 15 vários esquemas de acesso de canal foram desenvolvidos durante os anos visados particularmente para redes distribuídas, tais como redes de multi-saltos/ad-hoc.

Protocolos de acesso múltiplo clássicos podem ser divididos em duas categorias principais, protocolos livres de conflito e protocolos 20 baseados em contenção.

Protocolos de acesso múltiplo livres de conflito

Protocolos livres de conflito, que às vezes são referidos como protocolos de acesso de canal programados, asseguram que uma transmissão, sempre que feita, tenha êxito; isto é, não interferida por outras transmissões. 25 Transmissão livre de conflito pode ser alcançada alocando o canal para os usuários tanto estaticamente ou dinamicamente. Isto é freqüentemente denotado programação fixa ou dinâmica, respectivamente. O benefício de coordenação precisa entre estações é que é concebido para alcançar alta eficiência, mas vem às custas de complexidade e troca de grandes quantidades

algum dia de tráfego de controle.

Em [1], Kleinrock e Sylvester sugeriram programar e reutilizar intervalos de tempo de TDMA espacialmente. A idéia é montar grupos (também chamados vetores livres de colisão ou grupos) de ligações que podem ser usadas ao mesmo tempo sem causar interferência prejudicial mutuamente. Vários tais grupos podem ser identificados, e estes grupos são então ciclados de uma maneira como quadro de TDMA. Este esquema é geralmente denotado STDMA e permanece para TDMA Espacial.

Protocolos de acesso múltiplo baseados em contenção

Protocolos baseados em contenção diferem em princípio de protocolos livres de conflito pelo fato de que uma transmissão não é garantida ser bem sucedida. O protocolo portanto deveria prescrever um procedimento para resolver conflitos uma vez que eles aconteçam de forma que todas as mensagens sejam transmitidas eventualmente com êxito.

Um problema clássico em redes de rádio de pacote, ou redes ad hoc, é a existência de denominados terminais ocultos. Com referência à Figura 1, o problema de terminal oculto significa que um nó A transmitindo para B está não ciente da transmissão de outro nó C para D (ou possivelmente para B), que interfere com a transmissão de A em B. O resultado é obviamente uma colisão em B que degrada o desempenho em todos os aspectos (processamento, atraso e assim por diante). Meio para enfrentar este problema foi sugerido desde a metade dos anos 70 e conseqüentemente nós olharemos brevemente para "soluções" clássicas. Porém, primeiro note que CSMA [1] não opera este problema desde que C e A por definição não escutam as transmissões um do outro. Sensação de portadora é portanto julgado inadequado para redes de rádio de pacote [3]. No pior caso, o desempenho de CSMA degrada ao desempenho de ALOHA [1].

Vários métodos orientados para contenção são para operar o problema de terminal oculto são descritos no seguinte:

Acesso Múltiplo Com Impedimento de Colisão (MACA)

Um método chamado MACA (Acesso Múltiplo Com Impedimento de Colisão) por Karn [4] está baseado em enviar um Pedido para Enviar (RTS) e Apagar para Enviar (CTS) para assegurar que vizinhos de B estejam cientes de quem enviará. Assuma que A emite um RTS, B responde com um CTS contanto que tenha recebido o RTS. Nó A recebe a mensagem de CTS e inicia a transmissão de dados. C, por outro lado, pára de transmitir qualquer coisa como ele ouviu o CTS de Nó B. Semelhantemente, nós na vizinhança de nó A que ouve a mensagem de RTS, param de transmitir qualquer coisa como A está esperando pela mensagem de CTS. Um esquema de redução ('back-off') é empregado para diminuir o impacto de re-acontecer colisões de mensagens de RTS.

MACAW

Em [5], Bhargawan et al, melhoraram o protocolo de MACA e o re-nomearam MACAW. Eles introduziram Acks de camada de ligação como também CSMA para as mensagens de RTS. Eles também melhoraram suavidade correndo o esquema de redução baseado em par de fonte-destino em lugar de nó. Meios para controle de congestão também foi adicionado. IEEE 802.11 agora emprega um esquema de RTS-CTS muito semelhante chamado DFWMAC em um de seus modos operacionais.

Acesso Múltiplo de Tom de Ocupado (BTMA)

Uma abordagem bastante semelhante a MACA é o esquema de Acesso Múltiplo de Tom de Ocupado, BTMA [6]. Em lugar de enviar uma mensagem de CTS, o nó B indica que está ocupado com um tom em algum canal paralelo (leia outra frequência). Isto pode ser feito contanto que B tenha recebido seu conteúdo de endereço. Porém, outro método proposto alternativo e muito menos útil é que todos os nós detectando uma transmissão de pacote enviem um tom de ocupado. A alternativa anterior causará bloqueio severo de uma grande área. O uso prático de qualquer esquema tem sido bastante

limitado e principalmente floresceu em documentos acadêmicos.

Outro protocolos de acesso múltiplo clássicos

Outra técnica de acesso de meio é baseada em Acesso Múltiplo por Divisão de Código de Seqüência Direta, DS-CDMA. Em princípio, duas abordagens são possíveis.

Por exemplo, se referindo uma vez mais à Figura 1, mecanismos podem ser implementados que visam assegurar que nó A e C usem códigos ortogonais e conseqüentemente não interfiram entre si.

Outra abordagem é explorar códigos de espalhamento dirigidos de receptor. O último assume que C envia seus dados para um nó D. É notado que usando códigos ortogonais, os recursos de largura de banda disponíveis são divididos pelo remetente.

Protocolo de acesso múltiplo orientado para multi-usuário

Em [7], um protocolo de acesso múltiplo é descrito que combina STDMA e detecção de multi-usuário. Neste método, transmissões são programadas em tempo, espaço como também em potência de recepção. Os níveis de potência de transmissão são escolhidos tal que múltiplas transmissões possam ser recebidas simultaneamente e decodificadas por uso de um detector de multi-usuário. O benefício é que o processamento de rede é melhorado sobre esquemas de canal clássicos.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção supera estas e outras desvantagens dos arranjos da técnica anterior.

É um objetivo geral da presente invenção visar avanços de desempenho em redes de retransmissão sem fios tais como redes de retransmissão de multi-saltos, ad-hoc, cooperativas e redes baseadas em repetidor, onde múltiplos usuários compartilham um meio de comunicação comum.

Em particular, é desejável aumentar o desempenho de rede

com respeito a processamento e atraso.

Ainda outro objetivo da invenção é prover um método e arranjo melhorados para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fios.

5 Estes e outros objetivos são satisfeitos pela invenção como definida pelas reivindicações de patente acompanhantes.

A invenção é baseada na observação que a maioria da interferência é causada por pacotes que são transmitidos múltiplas vezes através de pelo menos uma ligação e normalmente através de mais de uma
10 ligação, especialmente em redes de retransmissão sem fios tais como redes de multi-saltos, redes de retransmissão cooperativas e redes baseadas em repetidor. Em redes de multi-saltos, por exemplo, informação pode ser transmitida em múltiplos saltos ou segmentos entre fonte e destino. Embora múltiplas transmissões possam ser devido à retransmissão, a razão primária é
15 que o mesmo pacote de informação é remetido de nó para nó até que o destino seja alcançado.

De acordo com a invenção, que visa em explorar informação já disponível no processo de detecção de sinal, informação de sinal representativa de um primeiro conjunto de informação incluindo pelo menos
20 uma unidade de dados a ser transmitida no total mais de uma vez através de pelo menos uma ligação, é armazenada como informação de sinal conhecida *a priori*. Isto poderia ser informação previamente recebida e/ou detectada, informação transmitida própria (incluindo também remetida) ou caso contrário informação de sinal disponível e pertinente no nó.
25 Subseqüentemente, informação de sinal representativa de um segundo conjunto de informação é recebida, em que a transmissão de uma ou mais das unidades de dados do primeiro conjunto de informação interfere com a recepção do segundo conjunto de informação. Apesar da interferência, pelo menos parte do segundo conjunto de informação ainda pode ser detectado

com êxito explorando a informação de sinal recebida e pelo menos parte da informação de sinal conhecida *a priori* previamente armazenada. A informação é detectada preferivelmente por cancelamento de interferência baseado na informação de sinal recebida e partes pertinentes da informação conhecida *a priori*.

Por exemplo, a informação de sinal conhecida *a priori* armazenada pode incluir informação transmitida própria, informação recebida e detectada previamente, até mesmo informação previamente escutada.

Em muitas aplicações, o primeiro conjunto de informação inclui uma ou várias unidades de dados a serem transmitidas no total mais de uma vez através de mais de uma ligação.

É vantajoso atualizar continuamente o conjunto de informação de sinal conhecida *a priori*, preferivelmente incorporando informação recentemente detectada e removendo informação desatualizada.

A invenção assim adiciona uma nova dimensão ao problema de acesso de canal, pelo mecanismo moderno de armazenar e explorar informação conhecida *a priori*, por esse meio aumentando o desempenho de rede e resolvendo efetivamente o problema de terminal oculto clássico. Mais particularmente, foi mostrado que a invenção provê processamento mais alto e atraso reduzido.

A detecção pode ser feita por bit ou símbolo ou por seqüência de bits ou símbolos, para um único usuário ou para múltiplos usuários. A detecção pode acontecer em informação codificada ou em bits de informação. Isto significa que a informação detectada pode ser na realidade informação codificada desmodulada e/ou ambas informação desmodulada e decodificada.

Como indicado acima, a invenção é aplicável geralmente a redes de retransmissão sem fios tais como redes de multi-saltos, redes de retransmissão cooperativas e redes baseadas em repetidor.

Deveria ser entendido que muitos tipos diferentes de

cancelamento de interferência, incluindo ambas as técnicas de cancelamento de interferência explícita e implícita, podem ser usadas pela invenção. Por exemplo, o processo de detecção pode envolver remoção de informação de sinal conhecida *a priori* da informação de sinal recebida para gerar um sinal residual, e então o sinal residual é decodificado. Alternativamente, a informação pode ser detectada processando juntamente informação conhecida *a priori* na forma de informação de sinal de banda base previamente recebida junto com a informação de sinal de banda base atualmente recebida.

O processo de detecção pode adicionalmente ser baseado em informação de programa de transmissão a fim de correlatar mais precisamente a utilização de informação de sinal conhecida *a priori* com os casos de transmissão da informação de sinal interferente.

A invenção oferece as vantagens seguintes:

- Desempenho de rede aumentado;
- Processamento mais alto e atraso reduzido;
- Solução efetiva para o problema de terminal oculto clássico;
- Probabilidade mais alta de detecção de sinal com êxito;
- Abre para protocolos de MAC especialmente projetados (Controle de Acesso de Meio), métodos de roteamento, esquemas de RRM (Administração de Recurso de Rádio) que podem aumentar desempenho até mesmo adicionalmente.

Outras vantagens oferecidas pela presente invenção serão apreciadas na leitura da descrição abaixo das concretizações da invenção.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A invenção, junto com objetivos e vantagens adicionais dela, será entendida melhor através de referência à descrição seguinte tomada junto com os desenhos acompanhantes, em que:

Figura 1 ilustra o problema de terminal oculto clássico;

Figura 2 é um fluxograma esquemático ilustrando os princípios básicos da invenção de acordo com uma concretização preferida da invenção;

Figura 3 é um fluxograma esquemático ilustrando os princípios básicos da invenção, baseado especificamente em detecção de multi-usuário, de acordo com uma concretização preferida da invenção;

Figura 4 é um diagrama de bloco esquemático ilustrando um nó de rede incorporando um arranjo para cancelamento de interferência baseado em informação conhecida *a priori* de acordo com uma concretização preferida da invenção;

Figura 5 é um diagrama de seqüência esquemático ilustrando um caso exemplar de cancelar interferência causada por dados remetidos próprios;

Figura 6 é um gráfico ilustrando um exemplo do desempenho de processamento para o sistema da Figura 5 como uma função de relação de sinal para ruído, com e sem a técnica de cancelamento de interferência proposta;

Figuras 7A-D são diagramas de seqüência esquemáticos ilustrando casos exemplares de cancelar interferência causada por dados escutados;

Figura 8 são diagramas de seqüência esquemáticos ilustrando cancelamento de interferência de informação conhecida *a priori* em um canal de retransmissão de 2 saltos para cinco esquemas de exemplo, incluindo dois esquemas de referência;

Figura 9 é um gráfico ilustrando o desempenho de processamento como uma função de relação de sinal para ruído para os cinco esquemas de exemplo da Figura 8;

Figuras 10A-B são diagramas esquemáticos ilustrando um exemplo do conceito de retransmissão cooperativa;

Figura 11 é um diagrama de seqüência ilustrando cancelamento de interferência de acordo com uma concretização da invenção no caso de retransmissão cooperativa;

5 Figuras 12A-B são diagramas esquemáticos ilustrando o conceito de retransmissão cooperativa com tráfego de ligação superior e ligação inferior simultâneo;

Figura 13 é um diagrama de seqüência ilustrando cancelamento de interferência de acordo com uma concretização da invenção no caso de retransmissão cooperativa com tráfego de ligação superior e
10 ligação inferior simultâneo;

Figura 14 é um fluxograma esquemático ilustrando os princípios básicos da invenção, baseado especificamente em um procedimento de processamento em comum, de acordo com uma concretização preferida da invenção; e

15 Figura 15 é um fluxograma esquemático ilustrando os princípios básicos de um híbrido de cancelamento de interferência explícito com decodificação residual e armazenando sinais de banda base residuais como informação conhecida *a priori* de acordo com uma concretização preferida da invenção.

20 **DESCRIÇÃO DETALHADA DE CONCRETIZAÇÕES DA INVENÇÃO**

Ao longo dos desenhos, os mesmos caracteres de referência serão usados para elementos correspondentes ou semelhantes.

25 Como mencionado anteriormente, os métodos do estado da técnica não são ótimos com respeito a processamento e atraso. A invenção é baseada na observação que a maioria da interferência é causada por pacotes que são transmitidos múltiplas vezes através de uma ou mais ligações, especialmente em redes de retransmissão sem fios tais como redes de multi-saltos, redes de retransmissão cooperativas e redes baseadas em repetidor.

A invenção visa em explorar informação já disponível no processo de detecção de sinal, e é preferivelmente baseada em:

- Armazenar informação de sinal representativa de um primeiro conjunto de informação, incluindo pelo menos uma unidade de dados a ser transmitida no total mais de uma vez através de pelo menos uma ligação (freqüentemente mais de uma), como informação de sinal conhecida *a priori*;
- Receber informação de sinal representativa de um segundo conjunto de informação, em que transmissão de uma ou mais das unidades de dados do primeiro conjunto de informação interfere com a recepção do segundo conjunto de informação; e
- Detectar pelo menos parte do segundo conjunto de informação por cancelamento de interferência baseado na informação de sinal recebida e pelo menos parte da informação de sinal conhecida *a priori* previamente armazenada.

O primeiro e segundo conjuntos de informação, pode cada um incluir uma ou mais unidades de dados, e ambas detecção de usuário único e detecção de multi-usuário são alternativas de detecção possíveis que podem ser selecionadas de acordo com escolha de aplicação e projeto. Deveria ser entendido que muitos tipos diferentes de cancelamento de interferência, incluindo ambas técnicas de cancelamento de interferência explícitas e implícitas, podem ser usadas pela invenção.

Deste modo, mantendo e explorando informação de sinal conhecida *a priori*, o problema de terminal oculto clássico pode ser resolvido efetivamente, resultando em desempenho de rede global aumentado.

A invenção assim provê um receptor e/ou módulo de detecção de sinal (decodificador) que tira proveito da ocorrência de múltiplas transmissões. Isto também abre o desenvolvimento de protocolos de MAC (Controle de Acesso de Meio) especialmente projetados, métodos de

roteamento, esquemas de RRM (Administração de Recurso de Rádio) e assim sucessivamente para adicionalmente aumentar desempenho.

Embora a abordagem de detector de multi-usuário convencional seja um bom esforço ao optar por processamento máximo, falha para tirar proveito de informação disponível.

Também deveria ser notado que esquemas de ARQ híbridos (Pedido de Repetição Automático) podem tirar proveito de informação previamente enviada mais antiga. Em ARQ híbrido, porém, a informação previamente enviada e a informação subsequente retransmitida são transmitidas a intervalos de tempo diferentes para o mesmo nó através da mesma ligação, e o esquema é simplesmente usado para ARQ eficiente e não para propósitos de cancelamento de interferência.

Note que embora o foco no seguinte será em redes de multi-saltos e denominadas redes de retransmissão cooperativas, a invenção é aplicável geralmente a redes de retransmissão sem fios, onde a mesma informação pode ser transmitida múltiplas vezes através de múltiplas ligações, também incluindo redes baseadas em repetidor.

No seguinte, dois conceitos exemplares básicos serão descritos. O primeiro se focaliza em uma abordagem algo mais prática, onde pacotes detectados são utilizados. Isto servirá como uma introdução e motivação do tema principal. O segundo conceito é mais geral, e executa por necessidade melhor como mais informação é retida e explorada, mas exhibe complexidade mais alta. Uma terceira versão híbrida é apresentada subsequente atacando um equilíbrio entre a baixa complexidade do primeiro conceito e o alto desempenho oferecido pelo segundo conceito.

CONCEITO EXEMPLAR 1

Como declarado anteriormente, alguma da interferência em uma rede de multi-saltos é causada por pacotes recebidos e remetidos anteriormente ou pacotes recém escutados de outros nós comunicantes que

são transmitidos uma vez mais. Como esta informação é, em um sentido, conhecida *a priori*, ela pode ser removida do sinal recebido, deixando um sinal residual a ser decodificado. Conseqüentemente, como relação de sinal para ruído e interferência (SINR) pode ser melhorada, o desempenho de sistema será melhorado. Tais aumentos de desempenho incluem processamento aumentado, atraso reduzido e/ou robustez melhorada na recepção.

Os princípios básicos de acordo com uma concretização preferida da invenção estão esboçados no fluxograma da Figura 2 para um detector explorando dados conhecidos *a priori*. Na etapa S1, um sinal é recebido e a presença e quantos dados conhecidos *a priori* que estão associados com o sinal, é determinado. Na etapa S2A, a detecção de sinal é executada baseada em informação conhecida *a priori*. Isto pode ser realizado cancelando (subtraindo) interferência causada pelo dados conhecidos *a priori* do sinal recebido para gerar um sinal residual, como será explicado em detalhes posteriormente. Note que embora os dados sejam normalmente representados por um pacote, isto é, palavra de uns e zeros, é tipicamente uma ou mais cópias das seqüências de dados conhecidas *a priori* moduladas que são subtraídas do sinal recebido. Porém, vários métodos para detecção podem ser idealizados (como descrito adicionalmente posteriormente). Subseqüentemente, o sinal residual é decodificado e sua validade é verificada, por exemplo por uma CRC (Verificação de Redundância Cíclica). Se a verificação tiver êxito, então os dados recentemente detectados ou decodificados são armazenados juntos com seqüências de dados previamente detectadas ou decodificadas na etapa S3, de forma que a informação de sinal conhecida *a priori* seja atualizada continuamente. A informação pode para sensibilidade preferivelmente ser armazenada como seqüências moduladas (dado que o método de subtração de interferência descrito posteriormente é usado), mas no caso de armazenamento limitado e quando velocidade não é

uma questão, é armazenada como seqüências de dados puros com uns e zeros. Na etapa S4, os dados decodificados também são remetidos à próxima função apropriada, que pode ser tipicamente uma camada mais alta. Depois de enviar os dados para camadas mais altas, eles podem tanto ser roteados para outro nó

5 ou usados por um aplicativo residindo dentro do nó. Alternativamente, se remessa de camada 1 for empregada, por exemplo, com uma função de repetidor regenerativo, os dados decodificados podem ser enviados a uma memória temporária na camada 1 e transmitidos subseqüentemente. Em outro exemplo de remessa de camada 1 empregando uma função de repetidor não

10 regenerativo, o sinal residual (isto é, depois que a interferência de seqüências conhecidas *a priori* é cancelada) pode ser enviado para uma memória temporária na camada 1 e transmitido subseqüentemente. Note que o uso explícito dos dados decodificados não é a preocupação aqui. A ordem na qual os dados são armazenados e remetidos à próxima camada é arbitrária.

15 Finalmente, como alguns dados ficam mais e mais distantes, e conseqüentemente não causam nenhuma interferência prejudicial no receptor considerado, ou finalmente chegam ao nó de destino e conseqüentemente não enviados mais, é inútil cancelar a influência de tais dados. Portanto, na etapa S5, estes dados podem ser removidos da lista de seqüências detectadas *a*

20 *priori*. A remoção pode por exemplo ser iniciada por temporizador (mensagens muito antigas serão provavelmente antiquadas, embora não garantido), ou ativada por sinalização explícita.

O esquema acima pode ser adaptado/estendido ao caso de detecção de multi-usuário, como ilustrado na Figura 3. Uma forma geral de

25 detector é um detector de multi-usuário (MUD) que recebe múltiplos pacotes ao mesmo tempo e tenta detectar um número específico de mensagens, ou tantas mensagens quanto possível do sinal recebido. De acordo com uma concretização preferida, a detecção de multi-usuário é executada também levando em conta pacotes detectados ou decodificados conhecidos *a priori*,

como indicado na etapa S2B. Subseqüentemente, o conjunto de pacotes detectados ou decodificados é atualizado para incluir os pacotes recentemente detectados ou decodificados.

Figura 4 é um diagrama de bloco esquemático ilustrando um nó de rede incorporando um arranjo para cancelamento de interferência baseado em informação conhecida *a priori* de acordo com uma concretização preferida da invenção. O nó de rede 100 é dividido logicamente em uma parte receptora e uma parte transmissora, e basicamente inclui uma antena conectada a uma cadeia de receptor convencional 10, uma unidade de detector 20, uma unidade de armazenamento 30 para informação de sinal conhecida *a priori*, uma unidade de informação de horário de transmissão 40, outras funções (camada mais alta) 50, uma unidade de controle de atualização 60, uma fila de transmissão 70, uma unidade de encapsulação 80, modulação e codificação 90 e uma cadeia de transmissão 95 conectada a uma antena.

A invenção relaciona-se principalmente à estrutura de receptor do nó de rede 100, e a novidade principal é manter a informação de sinal conhecida *a priori* na unidade de armazenamento 30, e explorar esta informação no processo de detecção de bit e/ou seqüência (desmodulação e/ou decodificação) executado por unidade de detector 20. A unidade de detector 20 pode ser um detector de usuário único ou um detector de multi-usuário, e detecta informação de sinal por cancelamento de interferência baseado em informação de sinal da cadeia de receptor 10 e informação de sinal conhecida *a priori* da unidade de armazenamento 30. Por exemplo, o processo de detecção pode envolver a remoção de informação de sinal conhecida *a priori* da informação de sinal recebida para gerar um sinal residual, e então o sinal residual é decodificado. Alternativamente, informação de sinal pode ser detectada processando juntamente informação conhecida *a priori* na forma de informação de sinal de banda base previamente recebida junto com a informação de sinal de banda base

atualmente recebida. O processo de detecção pode adicionalmente ser baseado em informação de horário de transmissão da unidade 40, como será explicado em mais detalhe posteriormente.

Depois de detecção, os dados detectados ou decodificados são remetidos tipicamente à próxima função apropriada 50, que pode tipicamente residir em uma camada mais alta. Depois de enviar os dados para camadas mais altas, eles podem ser tanto roteados para outro nó ou usados por um aplicativo residindo dentro do nó. Quando dados são para serem transmitidos para outro nó, eles são colocados na fila de transmissão 70. De lá, os dados são transferidos à unidade de encapsulação 80 para encapsulação e endereçamento. Os dados encapsulados são então modulados e codificados por unidade 90 e finalmente transmitidos pela cadeia de transmissão 95 e pela antena.

Neste exemplo particular, o nó é adaptado para uso em uma rede de rádio de pacote de multi-saltos. Deveria ser entretanto entendido que implementações de retransmissão cooperativa e algumas de multi-saltos não têm necessariamente que usar cabeçalhos de pacote. Também há esquemas de retransmissão cooperativa que são baseados em retransmissão não regenerativa, que significa que algumas das operações acima, tal como modulação, podem ser omitidas.

Para um entendimento melhor da invenção, será útil ilustrar alguns cenários exemplares nos quais a invenção pode entrar em uso. Primeiro, o esquema global de cancelamento de interferência de dados remetidos próprios será descrito com referência às Figuras 5 e 6, e em segundo lugar, o cancelamento de interferência de dados previamente escutados será descrito com referência às Figuras 7A-C.

Dados Remetidos/Transmitidos Próprios:

Para propósitos ilustrativos, um esquema de acesso de meio em intervalos de tempo é assumido. Com referência ao diagrama de seqüência

de mensagem da Figura 5, em tempo T_1 , dados codificados no sinal S_1 são enviados de nó A para nó B, onde nós podemos assumir que são decodificados corretamente. Em T_2 , S_1 é enviado de nó B para C, onde novamente é assumido ser decodificado corretamente. Em tempo T_3 , dois
 5 pacotes de dados, codificados em S_1 e S_2 respectivamente, são enviados. Na técnica anterior, recepção do nó B de nó A seria interferida por transmissão do nó C. Na presente invenção, porém, como a influência de sinal S_1 é removida, a recepção e detecção, detecção de símbolo ou seqüência, de sinal S_2 será correta.

10 A interferência em T_3 pode ser significativa se a invenção não for empregada. Um exemplo simplista, contudo instrutivo, é dado considerando a capacidade de canal de Shannon para uma transmissão de pacote em T_3 de nó A para nó B. Com a invenção, o nó B experimentará uma relação de sinal para ruído $SNR = P.G/N$, onde P é a potência de transmissão,
 15 G é o ganho de trajeto de nó A para nó B, e N é a potência de ruído. Porém, se a invenção não for usada, se nó C transmitir com potência P e o ganho de trajeto para nó B também for G , então a relação de sinal para ruído efetiva é ao invés $SNR_{\text{eff}} = SNR/(SNR + 1)$.

O limite de capacidade de Shannon está desenhado na Figura 6
 20 para ilustrar um exemplo do desempenho de processamento com e sem o método de cancelamento de interferência proposto. Em sistemas de multi-saltos práticos, isto é um problema sério e portanto a distância de reutilização tem que ser aumentada assim para não causar este efeito de interferência devastadora. Isto por sua vez implica em processamento reduzido.

25 Dados escutados:

Além do exemplo mostrado na Figura 5, alguns exemplos de um cenário diferente são mostrados nas Figuras 7A-D, onde dados escutados são usados em cancelamentos de interferência subseqüentes.

Mais particularmente, na Figura 7A, duas seqüências de dados

codificadas em sinal S_1 e S_2 são enviadas através de trajetos diferentes, mas adjacentes. Em tempo T_1 , o nó F escuta (e decodifica corretamente) o sinal S_1 transmitido através da ligação de nó A para B. O sinal S_1 é armazenado em nó F como informação conhecida *a priori*. Em tempo T_2 , o nó B transmite S_1 através de outra ligação para nó C e causa interferência em relação a nó F. Nó F recebe e decodifica o sinal S_2 enviado de nó E cancelando a transmissão interferente S_1 enviada de nó B para C.

A melhoria de desempenho é difícil de determinar analiticamente, mas simulações iniciais mostraram que sinais conhecidos *a priori* podem ser suprimidos com êxito para aumentar o processamento global. Porém, o desempenho é tipicamente dependente da programação de quem recebe, quem transmite, o que é transmitido e quando. Isto é mostrado para um caso trivial que pode ser garantido teoricamente e quantificado que a invenção melhora a fidelidade de comunicação. Ainda, é esperado que o ganho no caso de multi-saltos será geralmente muito mais alto como mais de uma mensagem é geralmente cancelada e que tráfego recentemente escutado ou remetido geralmente gera interferência prejudicial local.

Figura 7B ilustra o cenário de um denominado nó de multi-difusão A, que em tempo T_1 transmite um sinal S_1 para algum outro nó, aqui denotado B. Este sinal é escutado (e decodificado corretamente) por um nó adjacente F, que armazena o sinal S_1 como informação de sinal conhecida *a priori*. Em tempo T_2 , o nó A transmite S_1 para ainda outro nó, aqui denotado C, e conseqüentemente causa interferência em relação a nó F quando recebe o sinal S_2 enviado de nó E. Nó F decodifica corretamente o sinal S_2 enviado de nó E cancelando a transmissão interferente S_1 .

Figura 7C ainda ilustra outro cenário, no qual o nó A envia um sinal S_1 ao longo de dois trajetos paralelos para nó D. Em tempo T_1 , o nó A envia S_1 para nós B e C e em tempo T_2 , os nós B e C retransmitem S_1 para nó D. Em tempo T_1 , o sinal S_1 é escutado por nó adjacente F, que armazena o

5 sinal S_1 como informação de sinal conhecida *a priori*. Em tempo T_2 , o nó F recebe e decodifica o sinal S_2 enviado de nó E cancelando a transmissão interferente S_1 enviada de nós B e C para nó D.

Figura 7D ilustra um cenário exemplar, no qual um sinal S_1 é
 5 enviado através da mesma ligação entre nó A e nó B em dois casos de tempo diferentes T_1 e T_2 . Em tempo T_1 , o sinal é escutado (e decodificado corretamente) por um nó adjacente F, que armazena o sinal S_1 como informação de sinal conhecida *a priori*. Em tempo T_2 , o nó A transmite uma vez mais S_1 para nó B, e conseqüentemente causa interferência em relação a
 10 nó F quando recebe o sinal S_2 enviado de nó E. Nó F decodifica corretamente o sinal S_2 enviado de nó E cancelando a transmissão interferente S_1 .

Retransmissão: Tráfego bidirecional

O canal de retransmissão é um problema clássico em teoria de informação [9]. Em particular, o cenário trivial com três nós foi sujeito a
 15 estudos. Nós exemplificaremos aqui a invenção em relação ao canal de retransmissão com três nós e mais particularmente para tráfego bidirecional (não geralmente tratado junto com o canal de retransmissão clássico) entre dois nós, A e B, onde o nó C está colocado intermediariamente entre os dois nós de fonte. Figura 8 ilustra esquematicamente o cancelamento de interferência de informação conhecida *a priori* em um canal de retransmissão
 20 de 2 saltos para cinco esquemas exemplificados a-e, onde os esquemas a, b e e empregam a invenção e os casos restantes c e d são para serem considerados como casos de referência. Note que nos esquemas da invenção a, b e e, o nó C divide a potência de transmissão disponível entre informação S_1 e S_2 .
 25 Detecção de multi-usuário é empregada sempre que precisado. Nos casos a e e, a troca de sinal acontece em 2 fases, nos casos b e c em 3 fases e no caso d em 4 fases. De acordo com uma concretização exemplar da invenção, o nó A armazena seu próprio sinal transmitido S_1 e nó B armazena seu próprio sinal transmitido S_2 , ou representações adequadas deles. Isto habilita ao nó de

retransmissão intermediário C transmitir simultaneamente (em vez de transmissões separadas) os sinais recebidos S_1 e S_2 para nó A e nó B, como o nó A cancelará S_1 e nó B cancelará S_2 dos sinais transmitidos simultaneamente S_1 e S_2 . Deste modo, o nó A decodificará corretamente S_2 , e

5 nó B decodificará corretamente S_1 . No caso a), o procedimento global envolve só duas fases, empregando transmissão simultânea ambas para e do nó de retransmissão intermediário com detecção de multi-usuário no nó de retransmissão intermediário C e cancelamento de interferência nos nós A e B.

No exame mais minucioso, é visto que o uso de cancelamento

10 de interferência de informação conhecida *a priori* representa uma extensão moderna, nunca apresentada antes, do canal de retransmissão de teoria de informação.

Em geral, o nó de retransmissão intermediário é assim configurado para remeter simultaneamente informação de sinal recebida dos

15 nós comunicantes, cada um dos quais é configurado para detectar informação de sinal do outro nó por cancelamento de interferência usando sua própria informação de sinal transmitida como informação conhecida *a priori*.

Também, note que a invenção pode ser combinada com várias extensões bem conhecidas. Por exemplo, no esquema b, se o nó A e B

20 armazenarem e mais tarde explorarem energia recebida das transmissões únicas de nó B e A, respectivamente. Porém, o benefício fazendo assim é geralmente bastante baixo e pode não valer o esforço.

Assumindo separação equidistante de nó A para C, e nó B para C e que cada nó está enviando com potência de transmissão total P, um

25 modelo de perda de trajeto de lei de potência com expoente de propagação $\alpha=4$ e a fórmula de capacidade de Shannon é usada, então o processamento de sistema total seguirá o gráfico mostrado na Figura 9. Veja apêndice A para detalhes de derivação.

É evidente que a) e e) executam melhor, embora em faixas de

SNR diferentes. Para eficiências de canal acima de 1 b/Hz/s, o ganho para os melhores esquemas explorando a invenção (a, b, e) está entre 2 a 8 dB melhor relativo ao melhor esquema tradicional (c ou d). Para constantes de perda de propagação mais baixas, por exemplo, quando $\alpha=2$, então o ganho é mais

5 baixo e varia entre 1,5 a 3 dB para a SNR e faixa de taxa de interesse. Embora o ganho não seja totalmente não ambíguo, contudo demonstra claramente desempenho melhorado sobre a técnica anterior. Porém, esquemas a) e e) parecem os mais promissores através de uma faixa de SNR ampla.

Outras condições diferentes de nível de potência de

10 transmissão fixa podem ser empregadas ao comparar os esquemas, tal como potência média fixa (ou equivalentemente produção de energia por ciclo).

Fazendo assim, b) melhoraria seu desempenho com

$$10 \log_{10} \left(\frac{P/2}{P/3} \right) = 1,8 \text{ dB}$$

e c) deterioraria seu desempenho com

$$10 \log_{10} \left(\frac{P/2}{2P/3} \right) = 1,25 \text{ dB}$$

relativo aos esquemas de 2 fases na Figura 8.

15 Retransmissão Cooperativa:

O conceito de cancelamento de interferência baseado em conhecimento *a priori* também pode ser usado em redes de retransmissão cooperativas.

O conceito mais recente de retransmissão cooperativa pode em

20 um sentido ser visto como um caso degenerado de multi-salto envolvendo só dois saltos, mas ao mesmo tempo generalizado e permitindo trajetos paralelos como também processamento de sinal serem explorados. Além disso, retransmissão cooperativa pode explorar várias formas de informação retransmitida tal como funcionalidade de repetidor básica (não regenerativo)

25 ou "decodificar e remessa" (regenerativo) como feito tradicionalmente em

redes de multi-saltos.

Mais informação sobre retransmissão cooperativa pode ser achada, por exemplo, na referência [10].

Figuras 10A-B são diagramas esquemáticos ilustrando um exemplo do conceito de retransmissão cooperativa, aqui exemplificado com 5 tráfego bidirecional (simultâneo). Na Figura 10A, ambas a estação base (BS) 100-1 e um terminal móvel (MT) 100-2 transmitem simultaneamente em intervalo n ao longo de trajetos paralelos, cada trajeto tendo pelo menos um nó intermediário. Os sinais recebidos são então processados antes de serem 10 retransmitidos pelas estações de retransmissão em intervalo $n+1$, como indicado na Figura 10B. O processamento pode incluir qualquer combinação, mas não limitado, a explorar MUD, induzir vários esquemas de diversidade tais como diversidade de Alamouti, diversidade de atraso, usando conjugação, negação, reordenação de dados, amplificação diferente e opcionalmente 15 fatores de fase.

Ambos o MT e BS receberão uma superposição de informação gerada por eles mesmos como também a outra estação. A parte importante aqui, é que baseado em um conhecimento *a priori* do que cada estação enviou, eles podem cancelar sua influência respectiva. Este princípio básico é 20 ilustrado na Figura 11, que é um diagrama de seqüência ilustrando cancelamento de interferência de acordo com uma concretização da invenção no caso de retransmissão cooperativa. Figura 11 ilustra o caso de dois nós A e B que se comunicam entre si por meio de nós de retransmissão intermediários C, D e E. Cada nó intermediário tem um "bloco de processamento" 25 abrangendo quaisquer das operações de processamento descritas previamente. Na recepção em intervalo de tempo $n+1$, cada um dos nós A e B pode cancelar influência interferente baseado em conhecimento *a priori* do que o nó enviou em intervalo de tempo n .

Deveria ser enfatizado que o método descrito aqui pode ser

estendido para incorporar mais de duas estações se comunicando por um agrupamento de retransmissões. Isto também seria estendido a um encadeamento de múltiplos conjuntos de retransmissão cooperativa de dois saltos, resultando em um híbrido de retransmissão cooperativa de multi-saltos explorando cancelamento de interferência.

Retransmissão Cooperativa: Tráfego de ligação superior e ligação inferior "simultâneo"

Outro uso de cancelamento de interferência de informação conhecida *a priori* em redes baseadas em retransmissão cooperativa é mostrado nas Figuras 12A-B e Figura 13. A idéia aqui é permitir transmissão "simultânea" na ligação superior e ligação inferior, tal que duas mensagens cheguem em suas estações de destino em dois intervalos de tempo, por esse meio produzindo uma utilização de um, isto é dois pacotes por todos dois intervalos de tempo. Isto tem duas vezes a eficiência comparada a quando tráfego é remetido através de dois saltos em uma direção.

Na Figura 12A que ilustra transmissões em intervalo de tempo N , um primeiro terminal móvel (MT) 200-1 transmite a vários nós de retransmissão na direção para uma estação base (BS) 100. A estação base 100 transmite para vários nós de retransmissão intermediários na direção de um segundo terminal móvel (MT) 200-2.

Na Figura 12B que ilustra transmissões em intervalo de tempo $N+1$, os nós de retransmissão intermediários que receberam informação de sinal do primeiro terminal móvel 200-1 transmitem à estação base 100. Os nós de retransmissão que receberam informação de sinal da estação base 100 transmitem ao segundo terminal móvel 200-2, e ao mesmo tempo causam interferência para a estação base 100. A interferência de MT1 200-1 às retransmissões perto de MT2 200-2 é geralmente menos importante e mais provavelmente não causará qualquer problema. Se porém causasse interferência significativa, etapas de RRM e programação apropriadas podem

ter que ser levadas.

Como visto na Figura 13, a interferência que é cancelada no nó de estação base E é aquela de sinal S_1 , quando transmitido das retransmissões intermediárias em seu modo para nó A. O processamento mostrado na Figura 5 13 é para quaisquer dos esquemas previamente discutidos. Note que o mesmo método, como descrito nas Figuras 12A-B e Figura 13, também pode ser aplicado em um contexto de multi-salto.

Cancelamento de Interferência

O objetivo desta seção é exemplificar várias técnicas de cancelamento de interferência práticas que são aplicáveis à invenção. Deveria 10 porém ser salientado que outras técnicas de cancelamento de interferência bem conhecidas ou futuras podem ser usadas.

Primeiro, nós precisamos de um modelo de sistema exemplar. Por exemplo, assuma por causa de simplicidade que o sistema está 15 sincronizado e que OFDM (Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal) é usada a fim de evitar discussão detalhada desnecessária sobre sincronização precisa excessiva (temporização) e assuntos de Interferência Inter-Símbolo (ISI).

A idéia é general bastante para expandir a outros métodos de 20 modulação e sistemas inteiramente não síncronos, cada um dos quais requer suas considerações específicas.

Foi assumido que nós temos no total d_{\max} pacotes de dados na rede, onde cada pacote de dados D^d é identificado unicamente por índice $d = \{1, \dots, d_{\max}\}$. O conjunto inteiro de todos os pacotes é denotado 25 $D_{\Sigma} = \{D^d; d = \{1, \dots, d_{\max}\}\}$. Nós adicionalmente assumimos que há uma função única f_{mod} que mapeia os pacotes de dado sobre símbolos modulados de acordo com $S^d = f_{\text{mod}}(D^d)$. Quando um nó particular v_j transmite um pacote D^d , o pacote e nó transmissor são interconectados usando anotação D_j^d para o pacote de dados (codificado/bruto) e S_j^d para o sinal modulado correspondente

(codificado). Adicionalmente, o conjunto $V = \{v_j; j = \{1, \dots, j_{\max}\}\}$ contém todos os nós transmitindo em intervalo de tempo n .

Agora assumamos que no intervalo de tempo de interesse, nó v_i recebe um sinal R_i , que pode ser calculado como:

$$R_i = \sum_V H_{ij} \sqrt{P_j} S_j^d + N_i$$

- 5 onde H_{ij} é o ganho de canal complexo entre nó v_j e v_i , e P_j é a potência de transmissão usada por nó v_j .

Ao mesmo tempo, a memória temporária de armazenamento inclui um conjunto de pacotes \tilde{D}^δ previamente desmodulados e/ou decodificados (e estimados). Nós denotamos este conjunto:

$$\tilde{D}_\Sigma = \{\tilde{D}^\delta; \delta = \{1, \dots, \delta_{\max}\}\},$$

- 10 onde δ é usado como um índice e δ_{\max} é o número de pacotes de dados armazenados.

Alternativamente, os sinais correspondentes aos pacotes decodificados podem ser armazenados, isto é, $\tilde{S}_\Sigma = f_{\text{mod}}(\tilde{D}_\Sigma)$ ou equivalentemente:

$$\tilde{D}_\Sigma = \{\tilde{D}^\delta; \delta = \{1, \dots, \delta_{\max}\}\} \xrightarrow{f_{\text{mod}}} \tilde{S}_\Sigma = \{\tilde{S}^\delta; \delta = 1, \dots, \delta_{\max}\}$$

- 15 Ao utilizar a detecção (detecção de símbolo ou seqüência) de acordo com a invenção, informação conhecida *a priori* é explorada. O processo de detecção envolve basicamente o sinal recebido R_i e a informação conhecida *a priori* \tilde{D}_Σ e gera um conjunto de pacotes de dados decodificados de acordo com:

$$\tilde{D} = \{\tilde{D}^\Delta; \Delta = \{1, \dots, \Delta_{\max}\}\}$$

- 20 Conseqüentemente com uma função objetiva f há um mapeamento ótimo de R_i e \tilde{D}_Σ para $\tilde{D} = \{\tilde{D}^\Delta; \Delta = \{1, \dots, \Delta_{\max}\}\}$ que nós escrevemos em sua forma mais genérica:

$$\tilde{D} = f(R_i, \tilde{D}_\Sigma)$$

Estará claro no seguinte que vários métodos podem ser usados para executar a decodificação, mas para conceito 1 nós focalizaremos

principalmente no caso onde o processo de detecção é aprofundado em duas etapas: primeira, interferência de informação conhecida *a priori* é removida ou cancelada e então MUD/SUD convencional (detecção de multi-usuário ou detecção de usuário único) é executada.

- 5 Os dados armazenados são atualizados subseqüentemente incorporando os dados recentemente decodificados por $\tilde{D}_{\Sigma(n+1)} = \tilde{D}_{\Sigma(n)} \cup \tilde{D}(n)$, onde o tempo é indicado explicitamente.

Método exemplar 1 - Pacotes transmitidos desconhecidos e canais desconhecidos

- 10 Aqui foi assumido que os canais complexos são desconhecidos. Também são desconhecidos quais pacotes (dos decodificados previamente) que são enviados.

- Um sinal residual é gerado por uma função f_1 , e um conjunto de parâmetros de peso \tilde{A} derivado sob uma condição de otimização representada pela função objetiva f_{1opt} , onde a influência de pacotes previamente decodificados é minimizada do sinal residual. Em sua forma mais geral, isto pode ser escrito:

$$R'_i = f_1(R_i, \tilde{D}_{\Sigma}, \tilde{A})$$

Onde

$$\tilde{A} = \arg \left\{ \underset{A=\{a^{\delta}; \forall \delta\}}{\text{opt}} \left\{ f_1(R_i, \tilde{D}_{\Sigma}, A) \right\} \right\}$$

Um caso particular da função f_1 é:

$$R'_i = R_i - \sum_{\forall \delta} a^{\delta} \tilde{S}^{\delta}$$

- 20 para todo os índices.

A função objetiva f_{1opt} pode ser definida como o valor de expectativa (minimização) da variância de R_i . Em outros termos:

$$f_{1opt}(x) = E \left\{ |x_i|^2 \right\}$$

ou

$$\tilde{A} = \arg \left\{ \min_{A=\{a^\delta, v^\delta\}} E \left\{ |R_i'|^2 \right\} \right\}$$

A solução para isto é relativamente direta como cada elemento em \tilde{A} pode ser escrito:

$$a^\delta = \frac{E \{ R_i \cdot \tilde{D}^{\delta*} \}}{E \{ R_i \cdot R_i^* \}}$$

É notado que isto é idêntico a uma estimativa do produto do canal \tilde{H}_{ji} e a amplitude de transmissão $\sqrt{\tilde{P}_j}$ de um nó V_j que transmitia a mensagem de dados D^δ . Se a mensagem de dados D^δ não fosse transmitida, o termo a^δ deveria ser aproximadamente zero. Note que uma suposição saliente no anterior é que as mensagens de dados são assumidas não correlatadas, que elas geralmente são, e pode ser garantido estatisticamente por mistura.

Método exemplar 2 - Pacotes transmitidos desconhecidos, mas canais conhecidos

No caso que os canais são conhecidos, por exemplo por estimação de canal baseado em pilotos, outra estratégia pode ser usada para estimar o sinal residual. Em sua forma mais geral isto pode ser formulado por uma função f_2 e uma função de otimização objetiva f_{2opt} como:

$$R_i' = f_2(R_i, \tilde{D}'_\Sigma, \tilde{H}_i)$$

onde

$$\tilde{D}'_\Sigma = \arg \left\{ \underset{PS_{j_{\max}}(\tilde{D}'_\Sigma)}{opt} \left\{ f_{2opt}(R_i, PS_{j_{\max}}(\tilde{D}'_\Sigma), \tilde{H}_i) \right\} \right\}$$

e $PS_{j_{\max}}(\tilde{D}'_\Sigma)$ é o conjunto de potência de subconjuntos de cardinalidade j_{\max} do conjunto \tilde{D}'_Σ .

Um caso particular da função f_2 é a subtração direta das seqüências previamente decodificadas determinadas.

$$R_i' = R_i - \sum_{\forall \tilde{D}'_\Sigma} H_{ij}^\delta \sqrt{P_j^\delta} \tilde{S}^\delta$$

e f_{2opt} é a minimização da soma quadrada do sinal residual (com amostras indexadas por k):

$$f_{2opt}(x) = \sum_{\forall k} |x(t_k)|^2$$

ou mais explicitamente:

$$\tilde{D}_\Sigma = \arg \left\{ \min_{PS_{\min}(\tilde{D}_\Sigma)} \left\{ \sum_{\forall k} |R_i'(t_k)|^2 \right\} \right\}.$$

Aspectos adicionais

Informação adicional tal como horário de transmissão, e informação sobre onde os pacotes residem atualmente também pode ser explorada para melhorar e simplificar potencialmente o procedimento de cancelamento de interferência. Isto significa que se alguém souber o horário de transmissão exato como em uma rede de multi-saltos comutada por circuito, e conseqüentemente que alguns pacotes não são transmitidos em certos intervalos de tempo, então esses pacotes não têm que ser considerados até mesmo se eles foram recebidos previamente. Além disso, pode ser possível ter algum conhecimento *a priori* (pelo menos uma estimativa) de perda de trajeto média. O uso de um horário de transmissão também é indicado nos fluxogramas previamente descritos das Figuras 2 e 3.

Para identificação de canal, técnicas de estimação de canal padrão podem ser usadas, por exemplo, estimação baseada em pilotos (símbolos de treinamento a.k.a.), mas também estimação de canal cega pode ser desenvolvida explorando a estrutura em modulação ou semelhante.

CONCEITO EXEMPLAR 2

No segundo conceito da invenção, é sugerido empregar um procedimento de processamento conjunto baseado em informação conhecida *a priori* na forma de informação de sinal previamente recebida junto com a informação de sinal atualmente recebida. A informação de sinal recebida está tipicamente na forma de sinais de banda base, cada um dos quais geralmente inclui uma superposição de múltiplas transmissões. Embora a informação de sinal de banda base recebida será exemplificada principalmente como relacionada a vários intervalos de tempo, deveria ser entendido que mais

geralmente a informação recebida pode ser relacionada a casos de comunicação como a frequência pode variar de caso para caso de comunicação.

Um exemplo de uma implementação possível será descrito com referência a uma rede de multi-saltos. Pode ser porém útil começar com um modelo de recepção exemplar de múltiplas transmissões em uma rede de multi-saltos.

É assumido que transmissões acontecem em intervalos de tempo e que canais planos de frequência são considerados (por exemplo, por sinais de banda estreita ou em sub-portadoras em OFDM). Primeiro, é assumido que todos os pacotes de dados são seqüências contínuas em tempo e indexados por d que identifica unicamente o pacote na rede. No seguinte, o índice de tempo é suprimido de notação para brevidade. Em intervalo de tempo n , um pacote D^d pode ou não ser transmitido. Os nós dos quais é transmitido são identificados por índice j e o nó recebendo o pacote é identificado por índice i . Neste caso, se o pacote D^d for transmitido, seu sinal modulado correspondente é multiplicado com um fator $x_i^{(d)}(n)$, que incorpora entre outras coisas o ganho de canal complexo (quase estacionário) $H_{ij}(n)$ entre nó i e nó j , caso contrário é zero na ausência de qualquer transmissão. O fator $x_i^{(d)}(n)$ também assume um valor zero quando o nó i não está recebendo, por exemplo, devido a estar em modo inativo ou transmitindo. O pacote de dados D^d é modulado em uma seqüência $S^{(d)}(n, i, j, cnt_{ret}, cnt_{tot})$, que pode possivelmente mudar de cada tempo que é transmitido, devido a um conjunto de fatores tal como identidade de pacote D^d , qual nó (j) que está transmitindo, para qual nó (i) o pacote é enviado, em qual intervalo de tempo (n) o pacote é enviado, possivelmente também como uma função de um contador de retransmissão cnt_{ret} (por pacote e nó) ou dependendo do número total de vezes que foi transmitido cnt_{tot} . Um exemplo aqui é se códigos de espalhamento orientados para receptor seriam usados. Porém, no seguinte nós assumimos

que a forma de onda de sinal para pacote de dados D^d permanece a mesma todo o tempo à parte de uma seqüência de multiplicação complexa denotada $C(n, d, i, j, cnt_{retr}, cnt_{tot})$ tal que:

$$S^{(d)}(n, i, j, cnt_{retr}, cnt_{tot}) = C(n, d, i, j, cnt_{retr}, cnt_{tot}) \cdot S^{(d)}$$

Esta seqüência multiplicativa pode ser usada para incorporar salto de freqüência, espalhamento de DS-CDMA, uma constante complexa que muda com n , ou apenas um valor fixo simples de um. Por exemplo, a mudança de constante complexa pode ser usada para criar um tipo de codificação de tempo-espaço linear simples se pacotes forem retransmitidos da mesma estação. Note que no caso mais geral, o mesmo pacote pode ser transmitido por múltiplas estações no mesmo intervalo de tempo. Isto não é diretamente comum em esquemas de roteamento de multi-salto tradicional para roteamento de unidifusão, embora realmente possível como exemplificado em [8], mas é certamente comum para radiodifusão abundante ou tráfego de multidifusão. Em Prnet da DARPA (Agência de Projetos de Pesquisa Avançada de Defesa), roteamento de versões múltiplas de um pacote poderia ocorrer em certos casos. O sinal recebido em intervalo de tempo n para nó i é somado para todos os possíveis pacotes até o pacote de d_{max} de acordo com:

$$R_i(n) = \sum_{d=1}^{d_{max}} \chi_i^{(d)}(n) \cdot S^{(d)} + N_i(n)$$

onde

$$\chi_i^{(d)}(n) = \begin{cases} \sum_j C(n, d, i, j, cnt_{retr}, cnt_{tot}) \cdot H_{ij}(n) & , \text{se } d \text{ for transmitido de nó } j \\ 0 & , \text{se } d \text{ não for transmitido ou nó } i \text{ não estiver recebendo} \end{cases}$$

Isto pode então ser escrito como um sistema de equações em forma de matriz para intervalo de tempo $n-m$ para intervalo de tempo n como:

$$\begin{bmatrix} R_i(n) \\ R_i(n-1) \\ \vdots \\ R_i(n-m) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \chi_i^{(1)}(n) & \chi_i^{(2)}(n) & \dots & \chi_i^{(d_{max})}(n) \\ \chi_i^{(1)}(n-1) & \chi_i^{(2)}(n-1) & \dots & \chi_i^{(d_{max})}(n-1) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \chi_i^{(1)}(n-m) & \chi_i^{(2)}(n-m) & \dots & \chi_i^{(d_{max})}(n-m) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} S^{(1)} \\ S^{(2)} \\ \vdots \\ S^{(d_{max})} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} N_i(n) \\ N_i(n-1) \\ \vdots \\ N_i(n-m) \end{bmatrix}$$

ou equivalentemente:

$$\bar{\mathbf{R}}_i = \mathbf{X}_i \cdot \bar{\mathbf{S}} + \bar{\mathbf{N}}_i$$

onde a barra indica um vetor e a ausência de uma barra indica uma matriz. Embora não observável para um único nó i , todas as transmissões para o sistema de multi-saltos inteiro, isto é, os vetores de recepção para todos os nós

5 V , podem ser escritas como:

$$\begin{bmatrix} \bar{\mathbf{R}}_1 \\ \bar{\mathbf{R}}_2 \\ \vdots \\ \bar{\mathbf{R}}_V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_1 \\ \mathbf{X}_2 \\ \vdots \\ \mathbf{X}_V \end{bmatrix} \cdot \bar{\mathbf{S}} + \begin{bmatrix} \bar{\mathbf{N}}_1 \\ \bar{\mathbf{N}}_2 \\ \vdots \\ \bar{\mathbf{N}}_V \end{bmatrix}$$

ou em uma forma de matriz mais simples:

$$\bar{\mathbf{R}} = \mathbf{E} \cdot \bar{\mathbf{S}} + \bar{\mathbf{N}}$$

Nós reiteramos a mensagem básica aqui que este sistema de equações descrito acima (para nó i e para o sistema inteiro) são formulações orientadas para pacotes de dados indicando que um dado pacote de dados
10 pode causar interferência muitas vezes e através de saltos diferentes. Conseqüentemente, conferir e explorar este quadro mais completo de informação permite um processo de detecção aumentado relativo à detecção/decodificação tradicional.

No segundo conceito exemplar da invenção, o módulo de
15 detecção em nó i processa juntamente $\bar{\mathbf{R}}_i = \mathbf{X}_i \cdot \bar{\mathbf{S}} + \bar{\mathbf{N}}_i$ (incluindo o sinal recebido mais tarde) para decodificar dados sendo de interesse. Qualquer algoritmo de detecção geral, tal como Forçado a Zero (ZF), Detecção de Probabilidade Máxima - Detecção de Múltiplos Usuários (MLD-MUD) e Erro Quadrado Médio Mínimo Linear (LMMSE), podem ser usados pela invenção
20 para achar as seqüências moduladas $\bar{\mathbf{S}}$. De um ponto de vista de processamento de sinal puro, isto é semelhante a processar informação de múltiplos sensores, ta como em sistemas baseados em comunicação codificada em espaço-tempo (tal como MIMO) e pode portanto empregar estratégias de detecção ou decodificação achadas em alguns casos nesse

campo. Note que no fluxograma da Figura 14, informação é detectada por meio de processamento conjunto, como indicado na etapa S2C. Também, a memória temporária de armazenamento para informação conhecida *a priori* tipicamente mantém informação de sinal de banda base previamente recebida, como indicado na etapa S3C. Também pode ser visto da Figura 14, que qualquer detecção de usuário único ou o caso mais geral de detecção de multi-usuário pode ser empregada.

HÍBRIDO EXEMPLAR DE CONCEITO 1 E 2

Nesta concretização alternativa que é ilustrada esquematicamente na Figura 15, conceito 1 e 2 são combinados no sentido que como no conceito 2, toda a informação é retida, mas como no conceito 1, a informação é decodificada à maior extensão e uma representação adequada dela é armazenada. O benefício em fazer isto é que a complexidade de decodificação é diminuída (quando comparada a conceito 2) enquanto informação é retida nos sinais residuais sendo armazenados. Figura 15 ilustra um exemplo do conceito híbrido explorando dados conhecidos *a priori* e sinais de banda base residuais conhecidos *a priori*.

INFORMAÇÃO SUPPLEMENTAR

Comentário sobre o grau de informação conhecida *a priori*

Dependendo de esquema de roteamento empregado, uma parte secundária de por exemplo do cabeçalho e/ou CRC pode ou não ser dependente de ligação. Por exemplo, se o esquema de roteamento requerer que pacotes usem nós remetentes, os IDs de remetente e receptor diferirão de salto para salto. A rota e conseqüentemente os IDs podem porém ser predeterminados ou não precisados de maneira alguma (por exemplo, na caso que um protocolo dirigido por tabela é usado só um ID de fluxo é necessário). Conseqüentemente, há possivelmente até 5% dos dados globais (confinados no cabeçalho ou um complemento) que podem não ser conhecidos *a priori*. Para o caso de 5%, boa codificação junto com algum projeto de intercalador

fornecerá a operação de poucos erros. Ainda, deveria ser enfatizado que em uma rede de multi-saltos comutada por circuito, campos não tem que ser mudados para cada salto e portanto permite 100% de cancelamento de interferência. Em muitos casos, quando os trajetos são conhecidos *a priori*, é possível julgar como vários campos, tais como IDs e CRC deveriam parecer quando informação conhecida é remetida. Além disso, quando trajetos não são conhecidos *a priori*, cada nó ainda pode calcular várias versões de um pacote decodificado previamente corretamente sob a suposição que é enviado entre qualquer par dentro de sua própria vizinhança, e subseqüentemente usar o mais ótimo no processo de cancelar interferência. Neste caso, 100% de interferência também pode ser cancelada, contanto que a versão correta seja usada.

Note também que para dados comutados por pacote (com campos mudáveis), um canal de controle sem colisão separado também pode ser usado para enviar informação que está relacionada a um pacote e pode mudar quando o pacote é roteado. Por exemplo, campos de endereço e CRCs podem ser enviados em um tal canal de controle. Note que isto geralmente inclui uma pequena quantidade de informação relativa aos dados e portanto não consome necessariamente muita energia em um sentido relativo. Portanto, a utilização do protocolo livre de colisão não é tão importante de um ponto de vista de eficiência quanto para as transmissões de dados.

Brevemente, um primeiro aspecto da invenção relaciona-se a um sistema de comunicação incluindo pelo menos uma estação receptora e pelo menos uma estação transmissora, em que a estação receptora armazena seus dados previamente transmitidos, dados decodificados de recepção própria, e/ou dados decodificados de qualquer comunicação escutada. Dados armazenados são explorados em recepções subseqüentes para cancelar interferência causada se quaisquer dos dados armazenados forem transmitidos pelo menos por uma outra estação. Esta é a idéia básica de cancelar dados

previamente decodificados.

Preferivelmente, dados armazenados são removidos quando obsoletos. Isto pode ser baseado em temporizador, ou controlado por indicação do nó de destino ou indicação que dados estão distantes para não
5 causar interferência significativa.

Em particular, pelo menos uma unidade de dados pode ser decodificada de um sinal recebido, sendo incluído de uma superposição de múltiplas transmissões, utilizando determinados dados conhecidos e armazenados *a priori*.

10 A informação de sinal conhecida *a priori* armazenada pode por exemplo, incluir informação transmitida própria (também remetida), informação previamente recebida e detectada, até mesmo informação previamente escutada.

A invenção assim adiciona uma nova dimensão ao problema de acesso de canal, pelo mecanismo moderno de armazenar e explorar
15 informação conhecida *a priori*. A invenção aumenta claramente o desempenho de rede e resolve efetivamente o problema de terminal oculto clássico.

Como previamente mencionado, detecção pode ser feita por bit
20 ou símbolo ou por seqüência de bits ou símbolos, para um único usuário ou para múltiplos usuários. A detecção pode acontecer em informação codificada ou em bits de informação.

Como já indicado, a invenção é geralmente aplicável a redes de retransmissão sem fios tais como redes de multi-saltos, redes de
25 retransmissão cooperativas e redes baseadas em repetidor.

Em uma concretização exemplar, o sistema de comunicação de retransmissão sem fios inclui pelo menos dois nós comunicantes "bidirecionais" ou estações e pelo menos um nó de retransmissão ou estação, em que as pelo menos duas estações comunicantes bidirecionais transmitem

simultaneamente em uma primeira fase ou seqüencialmente em duas fases para a pelo menos uma estação de retransmissão. Em uma fase adicional, a estação ou estações de retransmissão retransmitem os sinais recebidos simultaneamente às pelo menos duas estações comunicantes bidirecionais (agora recebendo). Cada estação comunicante bidirecional é configurada para detectar informação de sinal do outro nó comunicante por cancelamento de interferência baseado na informação de sinal simultaneamente transmitida do nó de retransmissão intermediário e sua própria informação de sinal transmitido.

10 Preferivelmente, os sinais recebidos são processados antes de retransmissão pelos retransmissores, e o processamento assegura vantajosamente aumento de SNR e/ou combinação de diversidade nos nós receptores.

Ainda outra concretização exemplar da invenção relaciona-se a um sistema de comunicação incluindo uma estação transmitindo e recebendo dados (uma depois da outra), uma estação recebendo dados e uma estação transmitindo dados e uma multidão de estações atuando como retransmissões, em que a estação transmitindo e recebendo dados cancela a influência de seus próprios dados transmitidos. Isto relaciona-se por exemplo ao caso de retransmissão cooperativa com comunicação de ligação superior e ligação inferior simultânea, mas também pode ser usada para multi-saltos.

20 Deveria ser entendido que muitos tipos diferentes de cancelamento de interferência, incluindo ambas as técnicas de cancelamento de interferência explícitas e implícitas, podem ser usadas pela invenção.

25 Em um segundo aspecto da invenção, informação de sinal pode ser detectada processando juntamente informação conhecida *a priori* na forma de informação de sinal de banda base previamente recebida junto com informação de sinal de banda base atualmente recebida. Isto significa que a estação receptora utiliza qualquer informação de banda base previamente

recebida no processo de decodificar o sinal de banda base recebido mais recentemente.

Deveria ser notado que o primeiro e segundo aspectos podem ser combinados em um conceito híbrido, incluindo armazenamento de ambos
5 dados de banda base e decodificados.

Brevemente posto, a invenção provê melhorias em recepção, por exemplo graças à "remoção" de informação previamente conhecida, detectada (desmodulada e/ou decodificada) ou em forma de banda base, independente de rede, rede de multi-saltos, de retransmissão cooperativa ou
10 baseada em repetidor.

Vantagens exemplares da invenção:

- Aumenta inerentemente processamento, atraso de ponta a ponta, robustez de comunicação e qualquer combinação disso, como informação conhecida *a priori* não causa qualquer interferência.
- Um caso interessante para salientar é que a invenção
15 proposta alivia muito, se não a maioria, do "problema de terminal oculto" clássico. Isto cai sob o ponto prévio, mas é em si de valor evidente.

Embora a invenção tenha sido descrita principalmente sob a suposição implícita de antenas onidirecionais, também é possível usar por
20 exemplo esquemas de acesso de canal orientados para arranjo de antena, tal como SDMA (Acesso Múltiplo de Diversidade Espacial). Adicionalmente, a invenção pode ser usada com vários esquemas de antena avançados, como formação de feixe ou MIMO.

As concretizações descritas acima são dadas meramente como
25 exemplos, e deveria ser entendido que a presente invenção não está limitada a isso. Modificações, mudanças e melhorias adicionais que retêm os princípios subjacentes básicos expostos e reivindicados aqui estão dentro da extensão da invenção.

APÊNDICE A

Alguns cálculos de capacidade de canal para conceito 1

Ao determinar as curvas da Figura 9, as relações matemáticas seguintes foram usadas:

A SNR de um salto é definida como

$$SNR = \frac{P \cdot G}{N}$$

5 onde P é a potência de transmissão, G é o ganho de trajeto de um salto e N é a potência de ruído no receptor.

Dado um modelo de perda de trajeto de lei de potência com expoente de propagação α , e assumindo que a perda de trajeto é abaixada e explorada através de dois saltos eqüidistantes, a SNR em nó C é:

$$SNR' = SNR \cdot 2^\alpha$$

10 Três tipos básicos de transmissões são de interesse primeiro. Primeiro, uma transmissão única tem uma taxa de:

$$R_1 = \log_2(1 + SNR')$$

Recepção de MUD pode ser mostrada para um caso de taxa igual para dar uma taxa máxima R_2 de cada transmissor de:

$$2R_2 = \log_2(1 + 2 \cdot SNR')$$

15 Transmitir dois sinais super-posicionados, onde os sinais conhecidos *a priori* são cancelados, dá uma taxa R_3 para cada mensagem individual (com metade da potência) de acordo com:

$$R_3 = \log_2(1 + SNR'/2)$$

20 Dado isto, e considerando ambas transmissões e o número de intervalos usados para o ciclo, o processamento máximo para esquema a) a d) na Figura 8 é dado por:

$$T_a = \frac{2}{2} \min(R_2, R_3)$$

$$T_b = \frac{2}{3} \min(R_1, R_3)$$

$$T_c = \frac{2}{3} \min(R_2, R_1)$$

$$T_d = \frac{2}{4} R_1$$

Ao determinar o processamento para esquema e) na Figura 9, os sinais recebidos e ruído são normalizados à potência de transmissão P antes de transmissão. A SNR resultante em ambos nós A e B, depois de cancelamento de interferência, pode ser mostrada ser:

$$SNR_{\text{Analog}} = \frac{(SNR')^2}{1 + 3 \cdot SNR'}$$

5 A taxa para cada fluxo de informação é $R_{\text{Analog}} = \log_2(1 + SNR_{\text{Analog}})$ e conseqüentemente, o processamento é

$$T_{\text{Analog}} = \frac{2}{2} R_{\text{Analog}}$$

REFERÊNCIAS

- [1]. R. Nelson e L. Kleinrock. "Spatial-TDMA: A collision free multi-hop channel access protocol", em IEEE Trans. Commun. vol. 33, nº 9, pp. 934-944, setembro de 1985.
- 10 [2]. A. S. Tanenbaum, "Computer Networks", Prentice Hall, 1996, pp. 246-254.
- [3]. Bertsekas et al., "Data Networks", Prentice Hall, 1991, pp. 350-351.
- 15 [4]. P. Karn "MACA - A new channel access method for packet radio", Proc. ARRL/CRRL Amateur Radio 9ª Conferência Rede de Gestão de Redes de Computadores, pp. 134-140, Londres, REINO UNIDO, setembro de 1990.
- [5]. V. Bhargawan et al. "MACAW: A media access protocol for wireless LANs", em Proc. ACM SIGCOMM'94, pp. 212-225, Londres, REINO UNIDO, agosto-setembro de 1994.
- 20 [6]. F. A. Tobagi et al, "Packet switching in radio channels: part ii - hidden terminal problem in carrier sense multiple access modes and

busy-tone solution", IEEE Trans. Commun., vol. 23, n° 12, pp. 1417-1433, dezembro de 1975.

- [7]. S. Brooke e T. Giles. "Scheduling and performance of multi-hop radio networks with multi-user detection", em Proc. Segundo
5 Seminário Sueco sobre Redes Ad-Hoc Sem Fios", Estocolmo, março de 2002.

[8]. M. Steenstrup e G. S. Lauer, "Routing in communications networks", Prentice Hall, 1995, pp. 357-396.

[9]. A. El Gamal, "Multiple user information theory", Proc. IEEE, Vol. 68, dezembro de 1980.

- 10 [10]. P. Larsson, "Large-Scale Cooperative Relaying Network with Optimal Coherent Combining under Aggregate Relay Power Constraints", dezembro de 2003.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para detectar informação de sinal em um primeiro nó de rede (F) em uma rede de retransmissão sem fio, caracterizado pelo fato de compreender as etapas de:

- receber informação de sinal representativa de um primeiro conjunto de informação (S1) transmitida a partir de um segundo nó, mas destinado a um terceiro nó na dita rede de retransmissão sem fio;

- armazenar, como informação de sinal conhecida *a priori*, a informação de sinal previamente recebida representativa do dito primeiro conjunto de informação (S1);

- receber subsequentemente informação de sinal representativa de um segundo conjunto de informação (S2) destinado ao dito primeiro nó, enquanto uma recepção adicional do dito primeiro conjunto de informação (S1) interfere com a recepção do dito segundo conjunto de informação (S2); e

- detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) destinado ao dito primeiro nó, utilizando pelo menos uma parte da dita informação de sinal conhecida *a priori* armazenada para cancelamento de interferência, a dita informação de sinal conhecida *a priori* correspondendo à informação de sinal previamente recebida representativa do dito primeiro conjunto de informação (S1).

2. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o dito cancelamento de interferência inclui pelo menos um de cancelamento de interferência explícito e implícito.

3. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita rede de retransmissão sem fio inclui pelo menos uma de uma rede baseada em repetidor, uma rede de retransmissão cooperativa e

uma rede de multi-salto sem fio.

4. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita rede de retransmissão sem fio é uma rede de multi-salto sem fio.

5. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de detecção envolve uma de detecção de usuário único e detecção de multi-usuário.

6. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de detectar pelo menos parte de dito segundo conjunto de informação (S2) inclui a etapa de processar um conjunto \tilde{D}_Σ representativo de pacotes de dados previamente detectados e a informação de sinal subsequentemente recebida R_i de acordo com:

$$\tilde{D} = f(R_i, \tilde{D}_\Sigma),$$

onde f é uma função objetiva predeterminada e \tilde{D} é o conjunto resultante de pacotes de dados detectados.

7. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) compreende as etapas de:

- remover a dita informação de sinal conhecida *a priori* da informação de sinal recebida subsequentemente para gerar um sinal residual; e

- processar o dito sinal residual para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2).

8. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo

fato de que a dita informação de sinal conhecida *a priori* inclui informação de sinal de banda base previamente recebida, e a dita etapa de detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) compreende a etapa de processar juntamente a dita informação de sinal de banda base previamente recebida e informação de sinal de banda base subsequentemente recebida para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2).

9. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a dita informação de sinal de banda base previamente recebida se relaciona a vários casos de comunicação prévios e a informação de sinal de banda base subsequentemente recebida se relaciona ao caso de comunicação atual, e a dita informação de sinal de banda base previamente recebida e a dita informação de sinal de banda base subsequentemente recebida são processadas juntas com informação de ganho de canal complexo para determinar uma estimativa de pelo menos um pacote de dados detectado.

10. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita informação de sinal conhecida *a priori* inclui informação previamente recebida e detectada.

11. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 10, caracterizado pelo fato de que a dita informação previamente recebida e detectada inclui informação previamente escutada.

12. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a dita etapa de detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) é baseada em informação de horário de

transmissão.

13. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro conjunto de informação (S1) inclui vários pacotes de dados, e a dita informação de horário de transmissão inclui informação sobre quais dos pacotes de dados devem ser transmitidos quando a informação de sinal representativa do dito segundo conjunto de informação (S2) é recebida tal que uma parte apropriada da dita informação de sinal conhecida *a priori* previamente armazenada seja explorada na dita etapa de detecção.

14. Método para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender adicionalmente a etapa de atualizar continuamente a dita informação de sinal conhecida *a priori*.

15. Arranjo para detectar informação de sinal em um primeiro nó de rede (F) em uma rede de retransmissão sem fio, caracterizado pelo fato de compreender:

- meios (10) para receber informação de sinal representativa de um primeiro conjunto de informação (S1) transmitido de um segundo nó, mas destinado a um terceiro nó na dita rede de retransmissão sem fio;

- meios (30) para armazenar, como informação de sinal conhecida *a priori*, a informação de sinal previamente recebida representativa do dito primeiro conjunto de informação (S1);

- meios (10) para subsequentemente receber informação de sinal representativa de um segundo conjunto de informação (S2) destinado ao dito primeiro nó, enquanto uma recepção adicional do dito primeiro conjunto de informação (S1) interfere com a recepção do dito segundo conjunto de informação (S2); e

- meios (20) para detectar pelo menos parte do dito segundo

conjunto de informação (S2) destinado ao dito primeiro nó usando pelo menos parte da dita informação de sinal conhecida *a priori* armazenada para cancelamento de interferência, a dita informação de sinal conhecida *a priori* correspondendo à informação de sinal previamente recebida representativa do dito primeiro conjunto de informação (S1).

16. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o dito cancelamento de interferência inclui pelo menos um de cancelamento de interferência explícito e implícito.

17. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a dita rede de retransmissão sem fio inclui pelo menos uma de uma rede de multi-salto sem fio, uma rede de retransmissão cooperativa e uma rede baseada em repetidor.

18. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a dita rede de retransmissão sem fio é uma rede de multi-salto sem fio.

19. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os ditos meios (20) para detectar são operáveis para executar pelo menos uma de detecção de usuário único e detecção de multi-usuário.

20. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os ditos meios (20) para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) inclui meios para processar um conjunto \tilde{D}_Σ representativo de pacotes de dados previamente detectados e a informação de sinal recebida subsequentemente R_i de acordo com:

$$\tilde{D} = f(R_i, \tilde{D}_\Sigma),$$

onde f é uma função objetiva predeterminada e \tilde{D} é o conjunto resultante de pacotes de dados detectados.

21. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os ditos meios (20) para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) incluem:

- meios para remover informação de sinal conhecida *a priori* da informação de sinal recebida subsequentemente para gerar um sinal residual; e

- meios para processar o dito sinal residual para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2).

22. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que a dita informação de sinal conhecida *a priori* inclui informação de sinal de banda base previamente recebida, e os ditos meios (20) para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2) compreendem meios para processar juntamente a dita informação de sinal de banda base previamente recebida e a dita informação de sinal de banda base subsequentemente recebida para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informação (S2).

23. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 22, caracterizado pelo fato de que a dita informação de sinal de banda base previamente recebida se relaciona a vários casos de comunicação prévios e a informação de sinal de banda base subsequentemente recebida se relaciona ao caso de comunicação atual, e os ditos meios para processar juntamente são operáveis para processar a dita informação de sinal de banda base previamente recebida e a dita informação de sinal de banda base

subsequentemente recebida juntas com informação de ganho de canal complexo para determinar uma estimaco de pelo menos um pacote de dados detectado.

24. Arranjo para detectar informao de sinal em uma rede de retransmisso sem fio de acordo com a reivindicao 15, caracterizado pelo fato de que a dita informao de sinal conhecida *a priori* inclui informao previamente recebida e detectada.

25. Arranjo para detectar informao de sinal em uma rede de retransmisso sem fio de acordo com a reivindicao 24, caracterizado pelo fato de que a dita informao previamente recebida e detectada inclui informao previamente escutada.

26. Arranjo para detectar informao de sinal em uma rede de retransmisso sem fio de acordo com a reivindicao 15, caracterizado pelo fato de que os ditos meios (20) para detectar pelo menos parte do dito segundo conjunto de informao (S2) operam baseados em informao de horrio de transmisso.

27. Arranjo para detectar informao de sinal em uma rede de retransmisso sem fio de acordo com a reivindicao 26, caracterizado pelo fato de que o dito primeiro conjunto de informao (S1) inclui vrios pacotes de dados, e a dita informao de horrio de transmisso inclui informao sobre quais dos pacotes de dados que devem ser transmitidos quando a informao de sinal representativa do dito segundo conjunto de informao (S2)  recebida, e os ditos meios (20) para detectar compreendem meios para seleccionar, com base na dita informao de horrio de transmisso, uma parte apropriada da dita informao de sinal conhecida *a priori* previamente armazenada para uso na deteco de pelo menos parte do dito segundo conjunto de informao (S2).

28. Arranjo para detectar informao de sinal em uma rede de retransmisso sem fio de acordo com a reivindicao 15, caracterizado

pelo fato de compreender adicionalmente meios (60) para atualizar continuamente a dita informação de sinal conhecida *a priori* incorporando informação recentemente detectada e removendo informação de sinal obsoleta.

29. Arranjo para detectar informação de sinal em uma rede de retransmissão sem fio de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que o dito arranjo é implementado no dito primeiro nó de rede (F; 100) da dita rede de retransmissão sem fio.

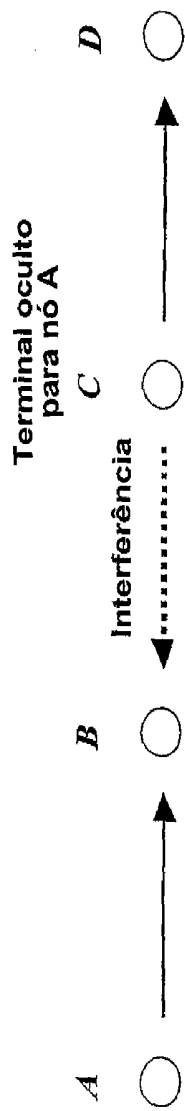
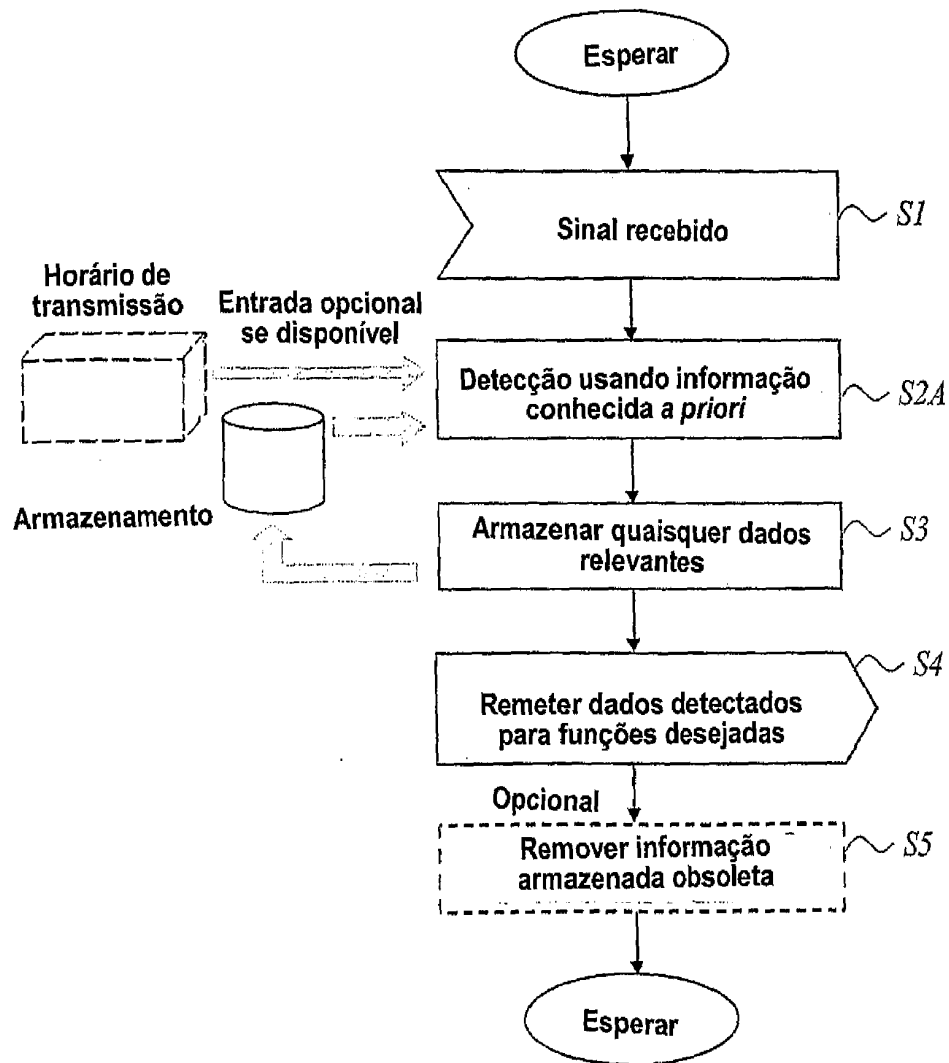


Fig. 1

*Fig. 2*

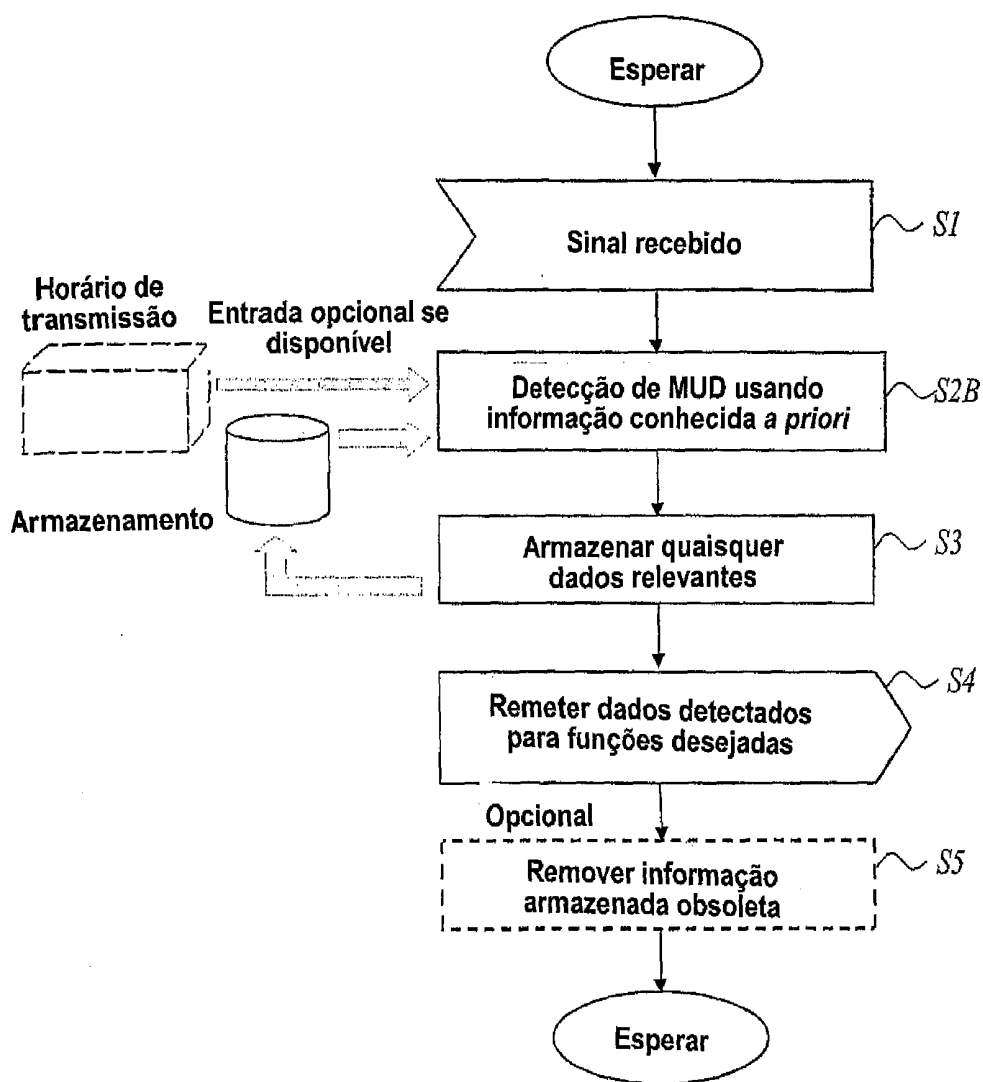


Fig. 3

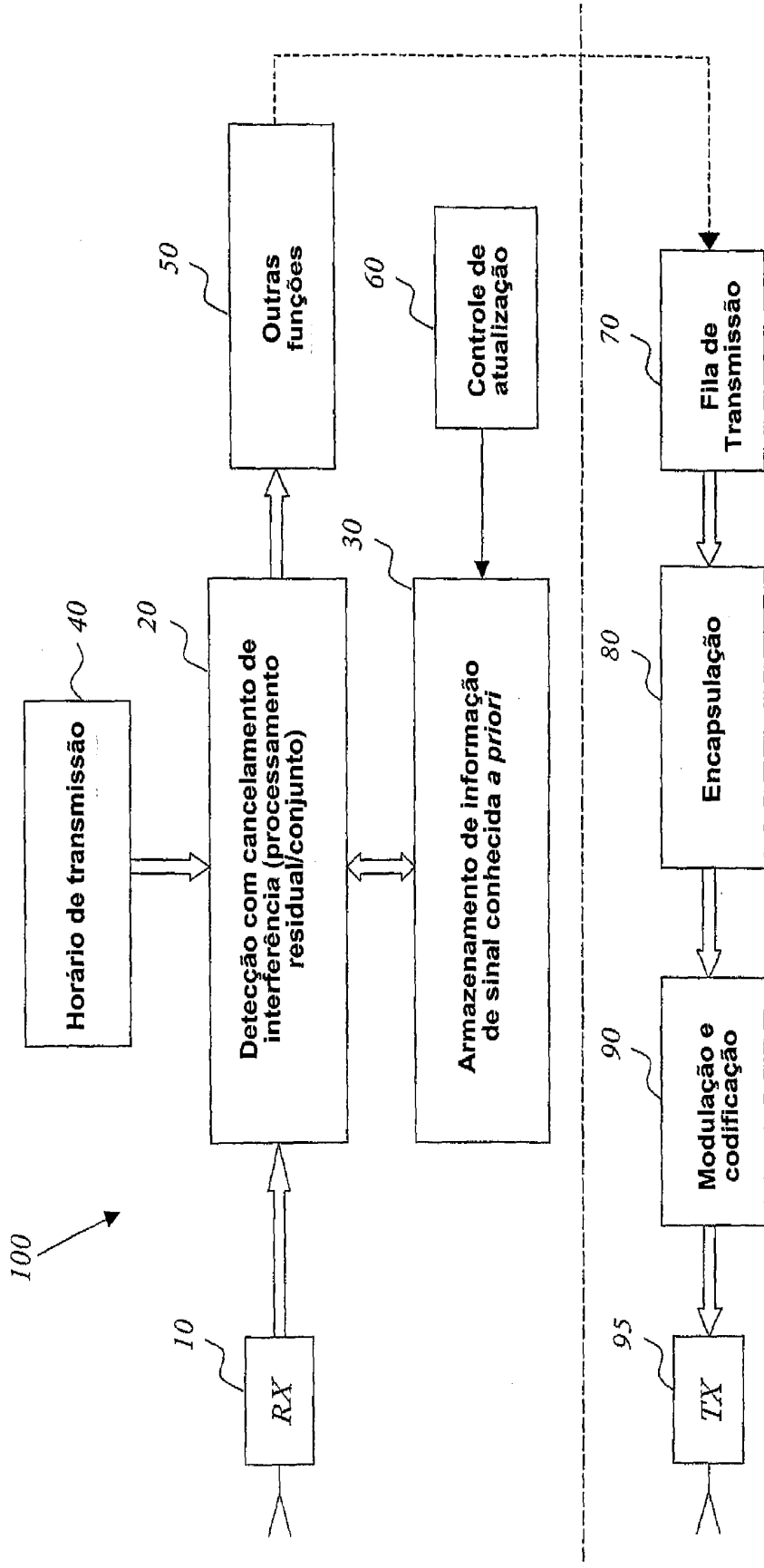
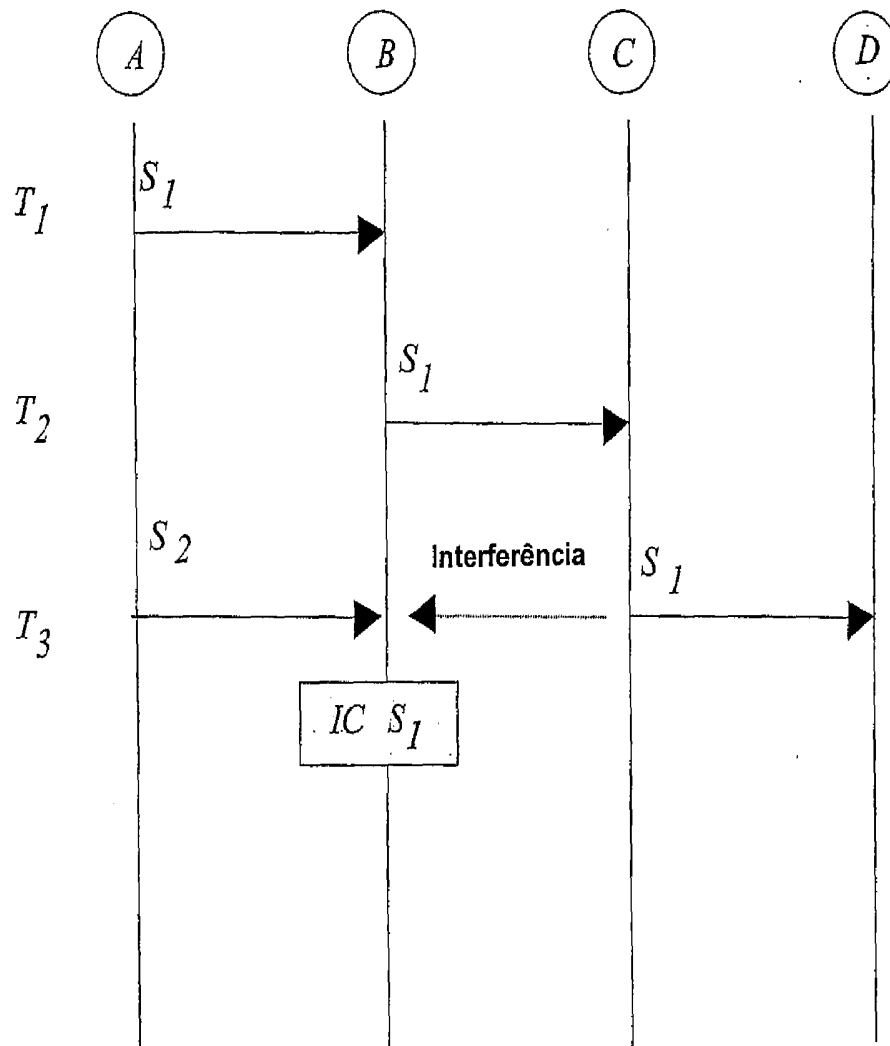


Fig. 4

*Fig. 5*

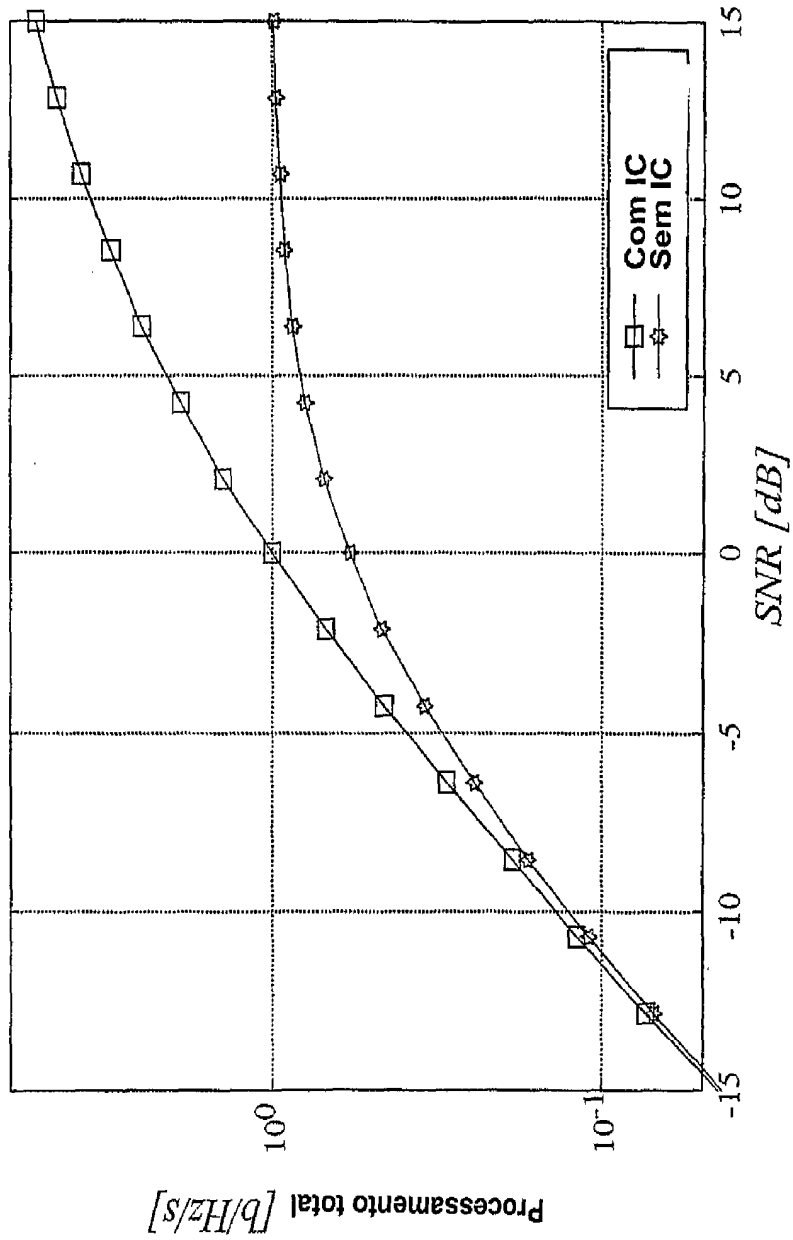


Fig. 6

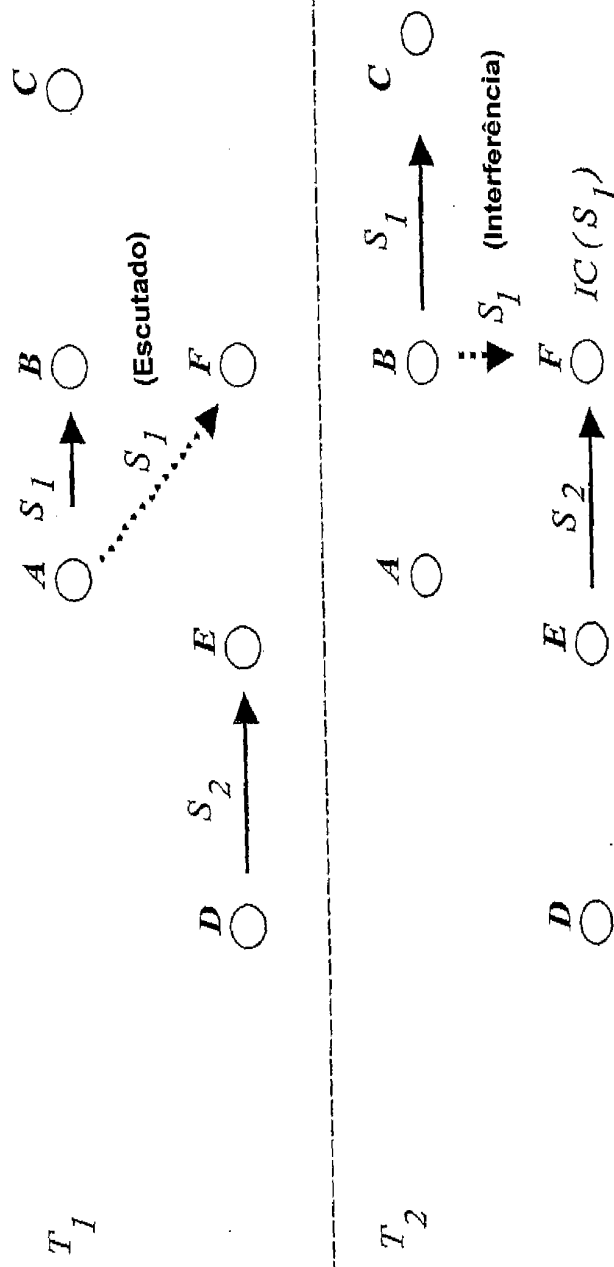


Fig. 7A

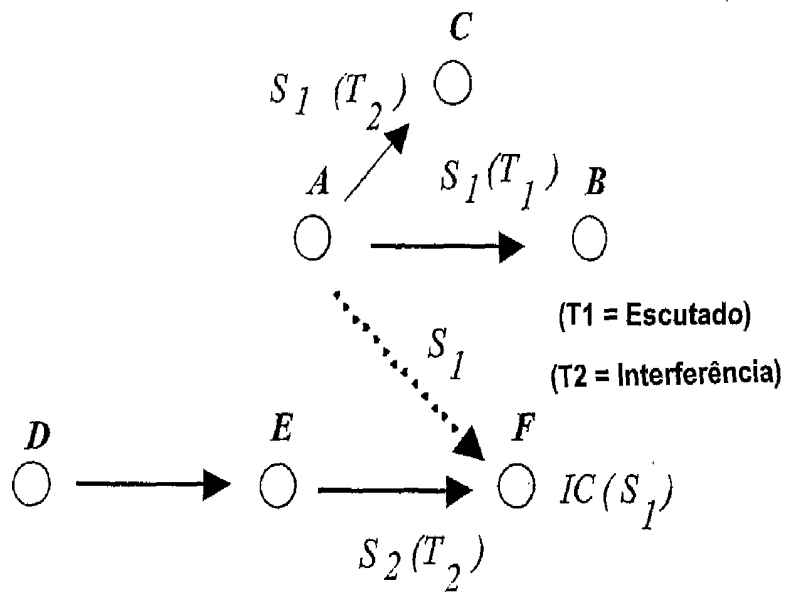


Fig. 7B

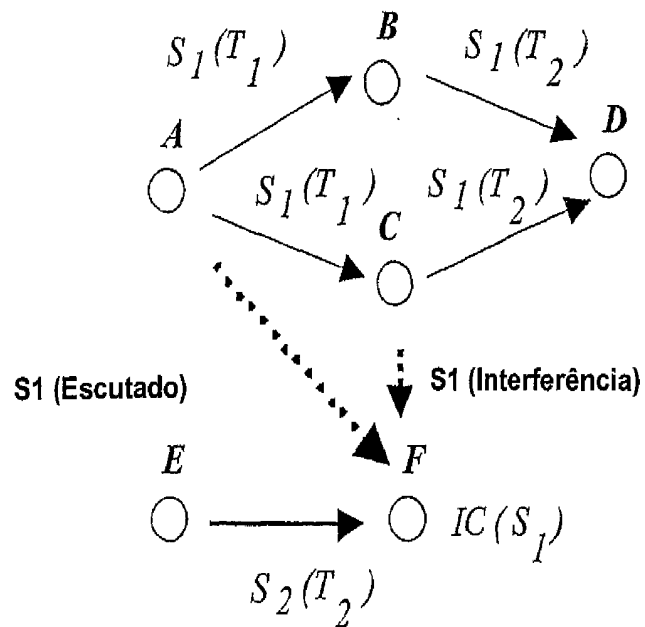


Fig. 7C

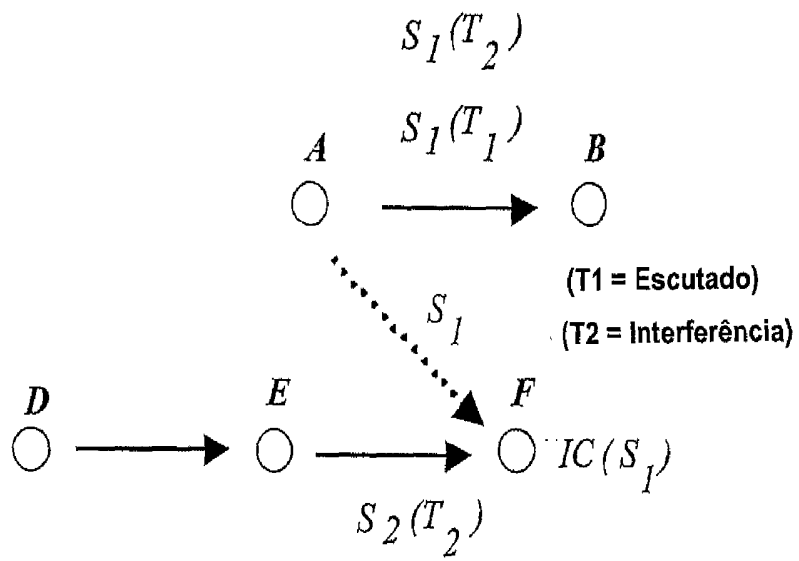
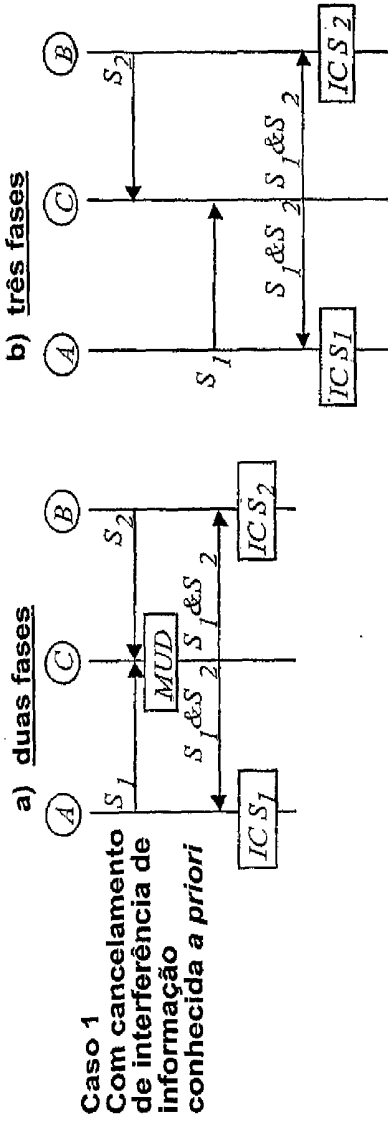
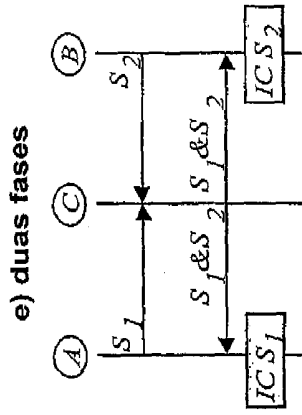


Fig. 7D

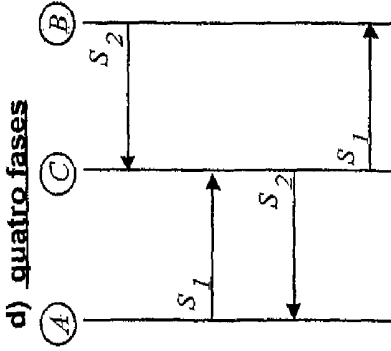
Com decodificação



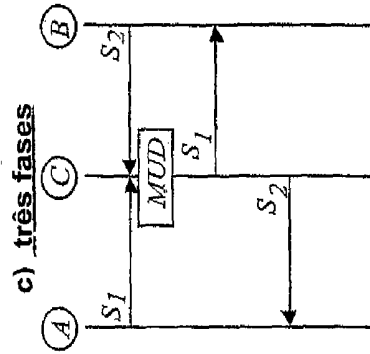
Repetidor analógico



d) quatro fases



c) três fases



Caso 2
Sem IC

Fig. 8

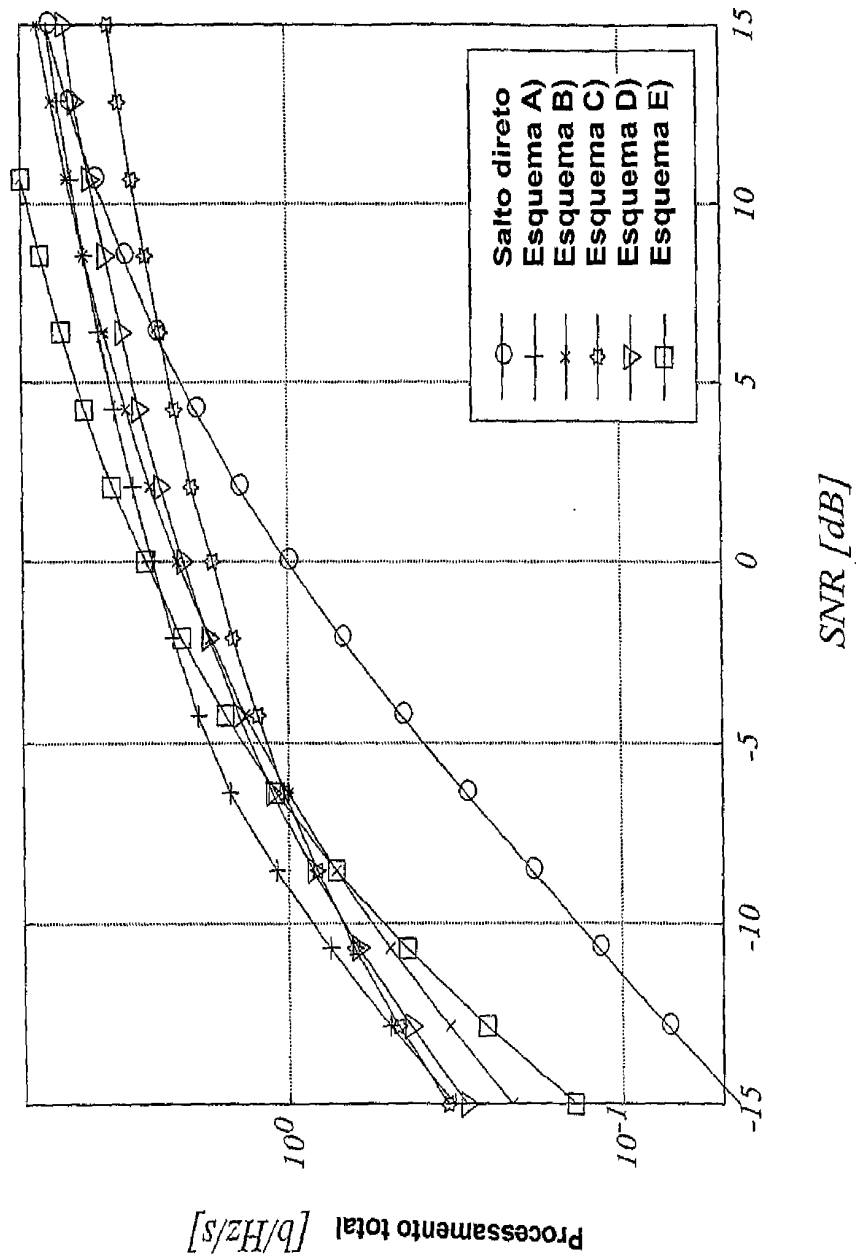


Fig. 9

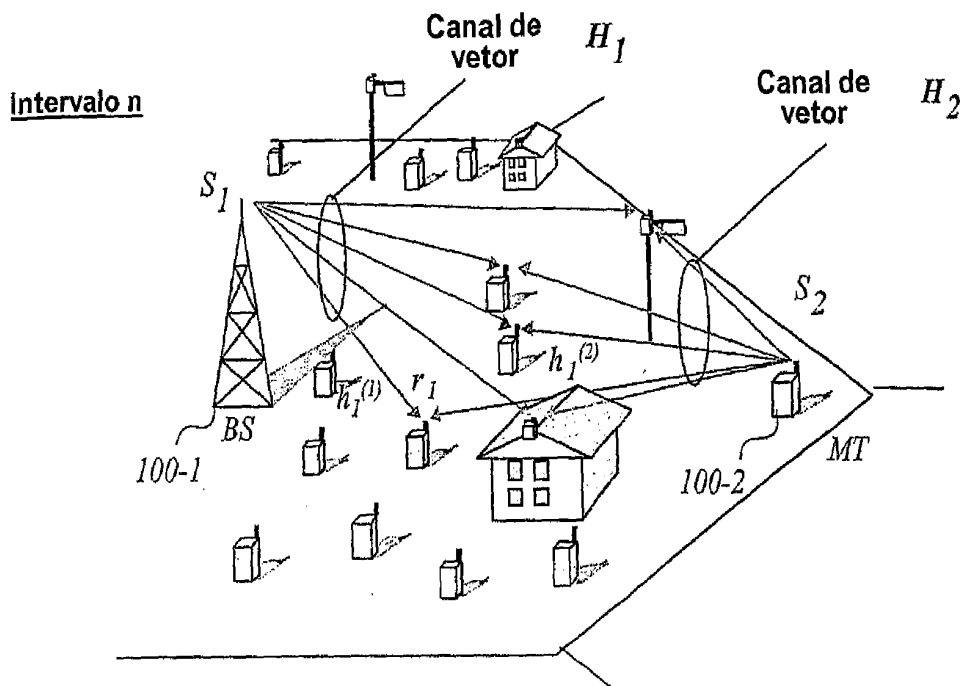


Fig. 10A

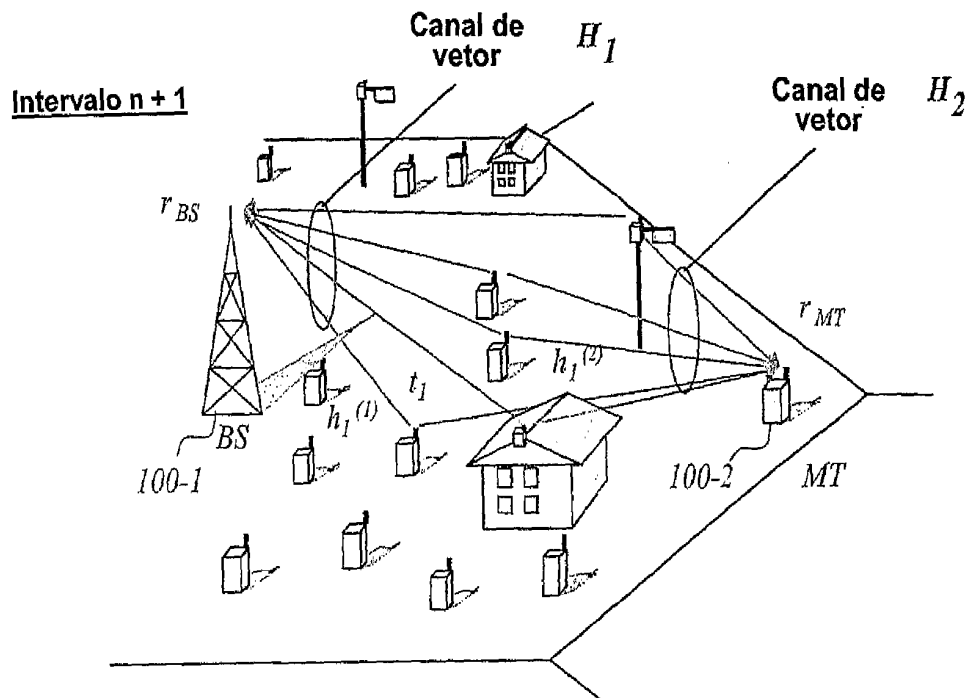


Fig. 10B

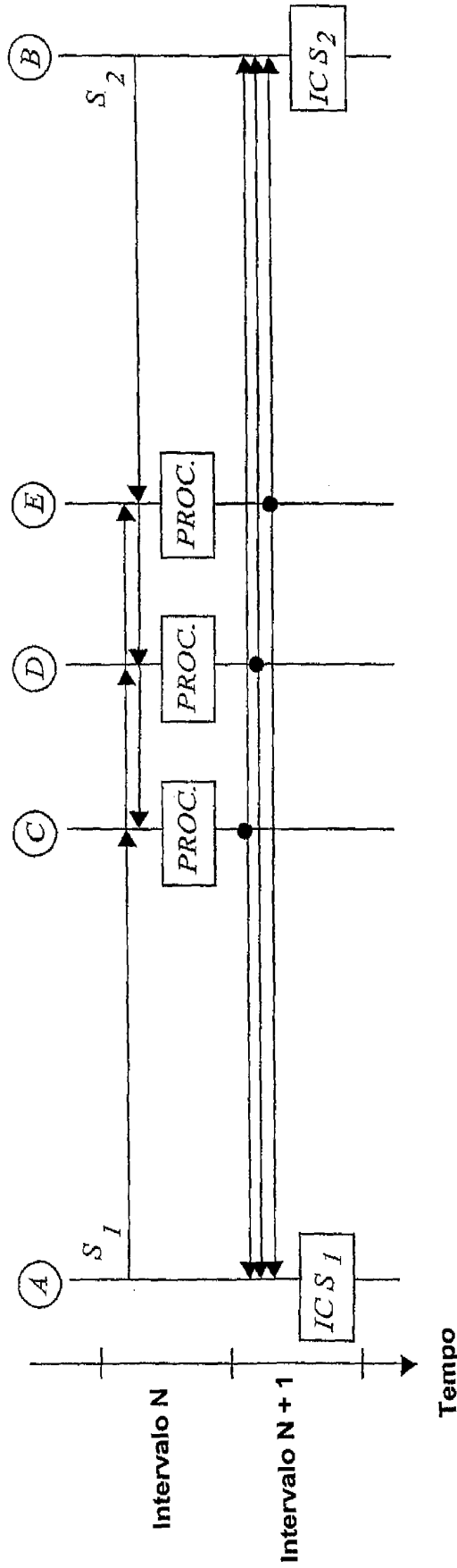


Fig. 11

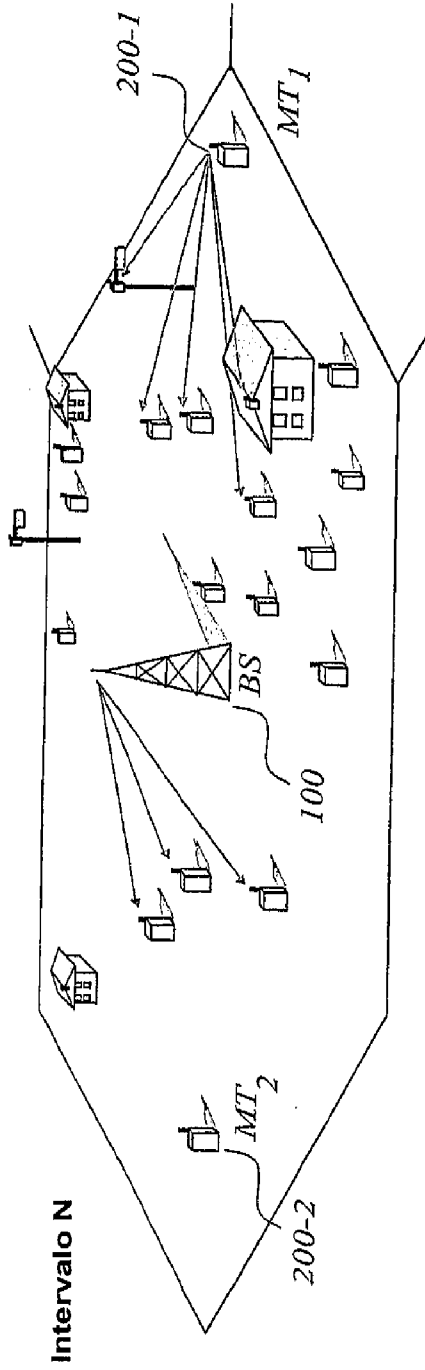


Fig. 12A

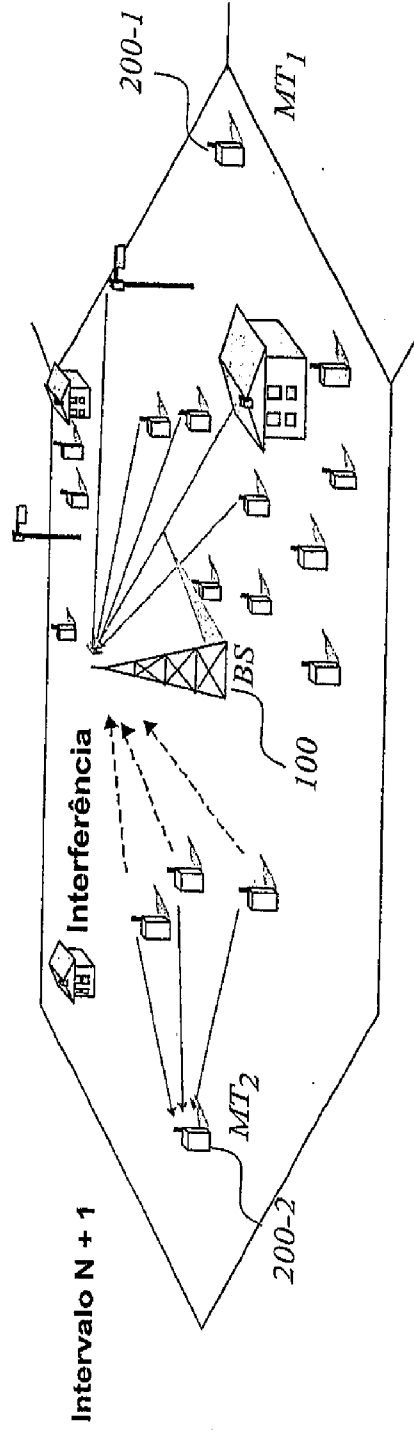


Fig. 12B

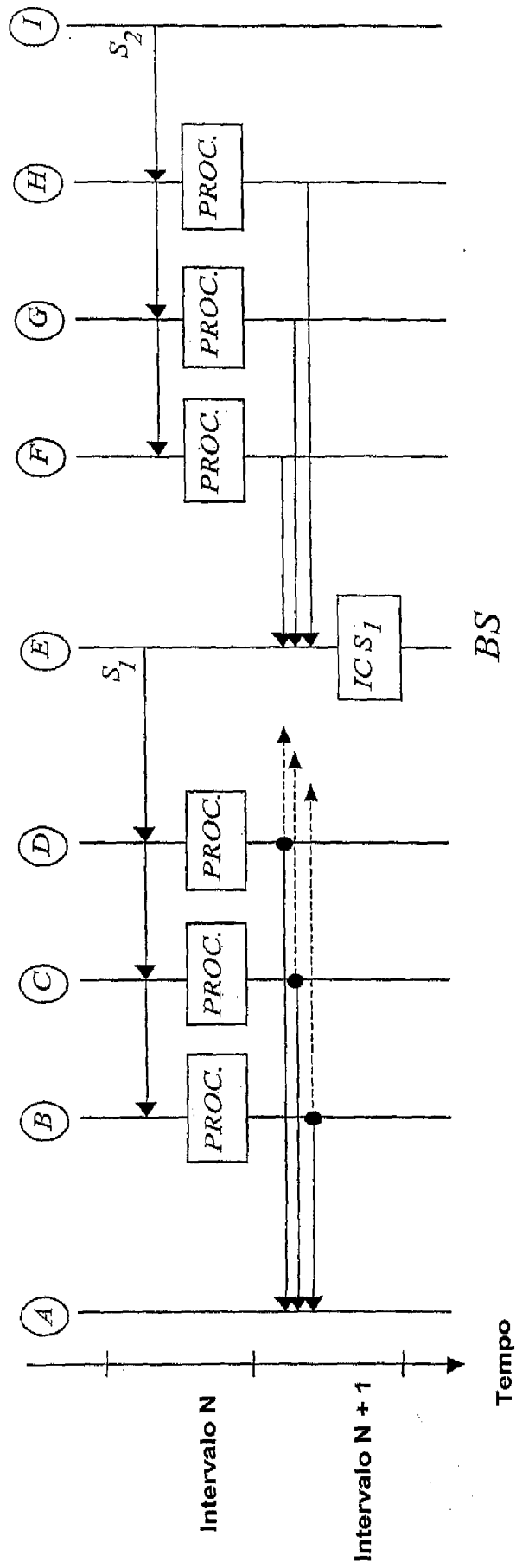


Fig. 13

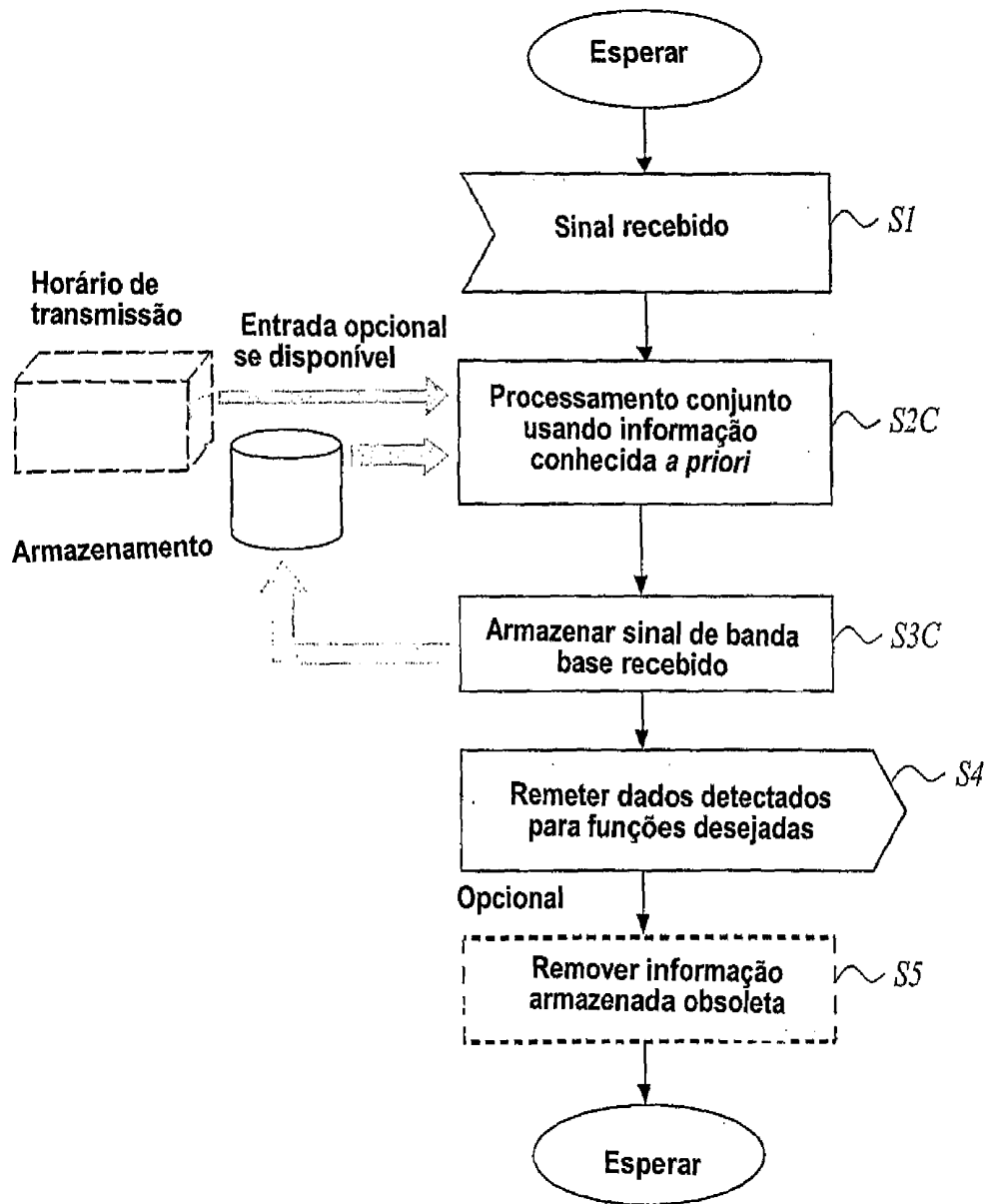


Fig. 14

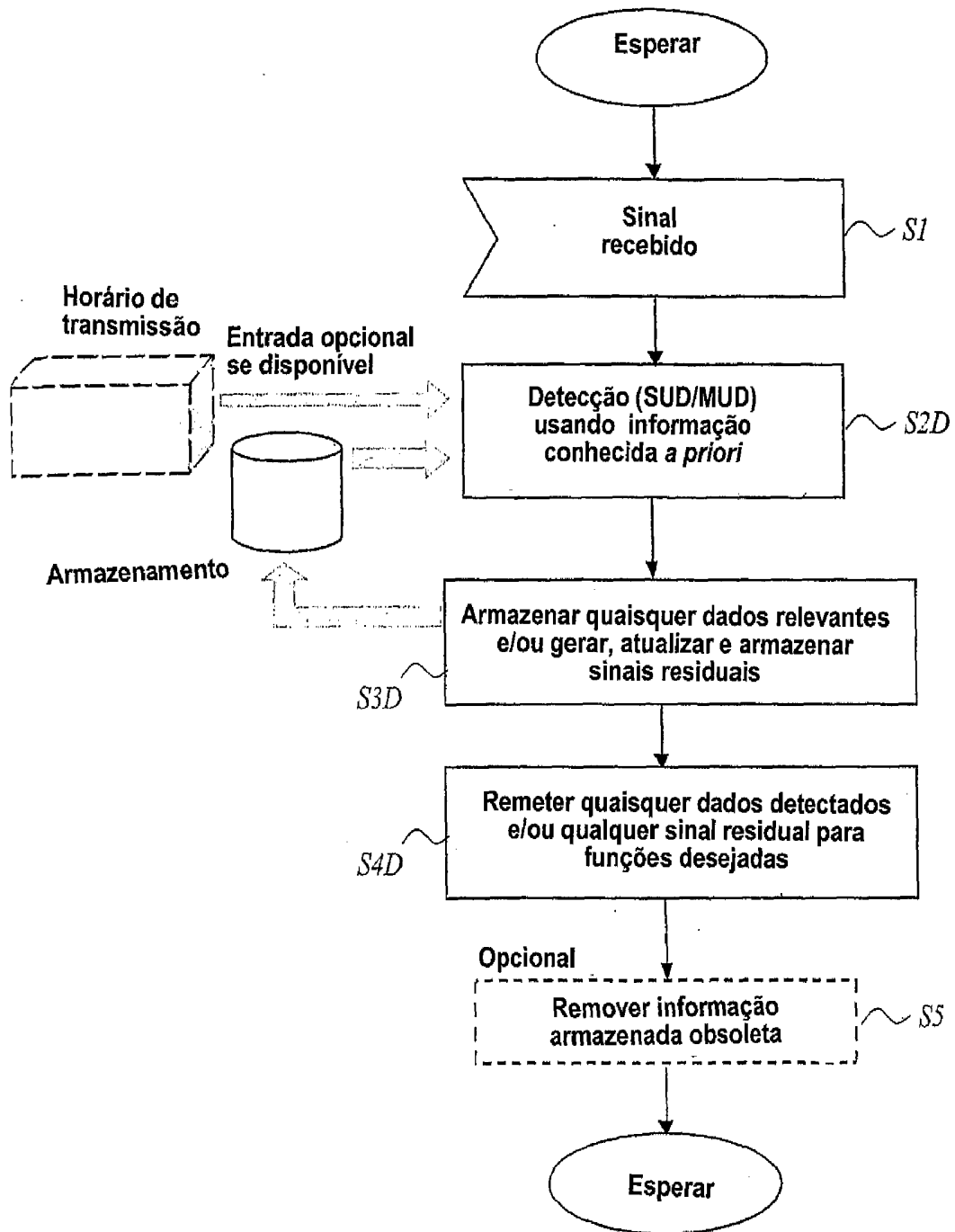


Fig. 15