

(11) Número de Publicação: **PT 1297632 E**

(51) Classificação Internacional:

G08G 1/127 (2007.10) **H04M 11/06** (2007.10)
H04L 25/49 (2007.10) **H04L 27/10** (2007.10)

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: **2001.06.22**

(30) Prioridade(s): **2000.06.22 US 602593**

(43) Data de publicação do pedido: **2003.04.02**

(45) Data e BPI da concessão: **2009.04.22**
107/2009

(73) Titular(es):

AIRBIQUITY, INC.

1011 WESTERN AVENUE SEATTLE, WA 98104
US

(72) Inventor(es):

DAN A. PRESTON

US

ROBERT LEYENDECKER

US

WAYNE EATHERLY

US

JOSEPH D. PRESTON

US

ROD L. PROCTOR

US

(74) Mandatário:

PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA

RUA DO PATROCÍNIO, N.º 94 1399-019 LISBOA

PT

(54) Epígrafe: **SINALIZAÇÃO INTRABANDA MELHORADA PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS EM REDES DE TELECOMUNICAÇÕES DIGITAIS SEM FIOS**

(57) Resumo:

DESCRIÇÃO

"SINALIZAÇÃO INTRABANDA MELHORADA PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS EM REDES DE TELECOMUNICAÇÕES DIGITAIS SEM FIOS"

Campo Técnico

Esta invenção refere-se a telecomunicações sem fios e, mais especificamente, a um sistema que transmite dados digitais através do canal de áudio de uma rede "intrabanda" digital sem fios.

Antecedentes da Invenção

Um telefone celular permite que um utilizador fale com outro utilizador sem estar preso a uma "linha terrestre". O telefone celular inclui um conjunto de circuitos que efectua a amostragem dos sinais áudio da voz do utilizador. Estes sinais de voz são convertidos numa forma digital utilizando um conversor A-D. Os sinais de voz digitalizados são codificados por um codificador de voz (codificador de sinais vocais) e, depois, modulados sobre uma frequência portadora que transmite os sinais de voz através de uma rede celular. Os sinais de voz são enviados através da rede celular sem fios para outro telefone na rede celular sem fios ou para outro telefone numa rede telefónica terrestre.

Diferentes codificadores/descodificadores (codecs), moduladores, codificadores de sinais vocais, Controladores de

Ganho Automático (AGC), conversores Analógicos/Digitais (A/D), circuitos de redução de ruído e conversores Digitais/Analógicos (D/A) são utilizados nas redes telefônicas celular e terrestre. Estes componentes telefônicos podem implementar diferentes esquemas de codificação para codificar e decodificar os sinais de voz.

Estes componentes de telecomunicações são concebidos para transmitir, eficientemente, sinais de voz através de canais de comunicação sem fios e terrestre. Por exemplo, um codificador digital de sinais vocais utiliza técnicas de codificação preditiva para representar os sinais de voz. Estes codificadores preditivos filtram ruído (sinais não vocais), ao mesmo tempo que comprimem e estimam os componentes de frequência dos sinais de voz antes de estes serem transmitidos pelo canal de voz.

Um problema surge quando o equipamento de comunicação de voz, tal como o codificador de sinais vocais, é utilizado para transmitir dados digitais. Os codificadores de sinais vocais podem interpretar sinais que representem dados digitais como um sinal não vocal. O codificador de sinais vocais pode filtrar na totalidade ou corromper esses sinais de dados digitais. Por conseguinte, os dados digitais não podem ser transmitidos de modo fiável no mesmo canal de áudio digital utilizado para transmitir sinais de voz.

Algumas vezes, um utilizador necessita de transmitir, ao mesmo tempo, sinais de áudio e dados digitais para outro local. Por exemplo, quando um utilizador de telefone celular marca "112" para ajuda de emergência, o utilizador pode necessitar de enviar dados digitais de localização para um centro de atendimento ao mesmo tempo que explica verbalmente as condições

de emergência a um operador humano. Seria desejável transmitir dados digitais através de um telefone celular sem ter que utilizar um modem analógico sem fios distinto.

Consequentemente, existe a necessidade de transmitir dados digitais através de um canal de voz de uma rede de comunicação sem fios digital.

O documento US 6021163 discute uma estação base de rádio ou central telefónica tendo duas partes que podem estar separadas por alguma distância e resolve o problema da transmissão de dados ao longo de um cabo entre essas duas partes. Em particular, o documento US 6021163 salienta que, se os dados forem modulados para a frequência intermédia na primeira parte e transmitidos à frequência intermédia ao longo do cabo para a segunda parte, então, a atenuação de sinal pode ser um problema. O documento US 6021163 propõe modular os dados para uma frequência inferior à frequência intermédia na primeira parte e, depois, transmitir os dados modulados ao longo de um cabo para a segunda parte. O documento US 6021163 não menciona a frequência à qual ocorre a modulação proposta, para além de afirmar que é inferior às frequências intermédias de 200 MHz e 800 MHz.

Sumário da Invenção

Um modem de sinalização de intrabanda transmite dados digitais através de um canal de voz numa rede de telecomunicações digital sem fios. Uma entrada recebe dados digitais. Um codificador converte os dados digitais em tons de áudio que sintetizam as características de frequência da fala humana. Os dados digitais também são codificados para impedir

que o conjunto de circuitos de codificação de voz na rede de telecomunicações corrompa os tons de áudio sintetizados que representam os dados digitais. Uma saída, em seguida, emite os tons de áudio sintetizados para um canal de voz de uma rede de telecomunicações digital sem fios.

O objectivo supracitado da invenção pode ser conseguido por um modem de sinalização intrabanda de acordo com a reivindicação 1.

Descrição Resumida dos Desenhos

A FIG. 1 é um diagrama que mostra uma rede de comunicação sem fios que proporciona sinalização intrabanda (IBS) de acordo com a invenção.

A FIG. 2 é um diagrama pormenorizado de um telefone celular acoplado a um modem IBS de acordo com uma forma de realização da invenção.

A FIG. 3 é outra forma de realização do modem IBS de acordo com a invenção.

A FIG. 4 é um diagrama pormenorizado de um codificador de modem IBS.

A FIG. 5 é um diagrama esquemático de um pacote IBS.

A FIG. 6 é um diagrama esquemático de tons de áudio digitais emitidos por um modulador IBS.

A FIG. 7 é um diagrama que mostra como é que os dados digitais são corrompidos por um Controlador de Ganho Automático.

A FIG. 8 é um diagrama que mostra como é que uma rede digital sem fios pode filtrar tons de áudio digitais.

A FIG. 9 é um diagrama pormenorizado de um conjunto de circuitos de recepção acoplado a um descodificador de modem IBS.

A FIG. 10 é um diagrama de estados do descodificador IBS mostrado na FIG. 9.

A FIG. 11 é um diagrama de blocos que mostra um estado de procura no descodificador IBS.

A FIG. 12 é um diagrama de blocos que mostra um estado activo no descodificador IBS.

A FIG. 13 é um diagrama de blocos que mostra um estado de recuperação de relógio no descodificador IBS.

A FIG. 14 é um diagrama esquemático de um telefone celular com o modem IBS colocado num compartimento de bateria amovível.

A FIG. 15 é um diagrama esquemático que mostra diferentes fontes de dados acopladas a um telefone celular através de um modem IBS.

A FIG. 16 é um diagrama esquemático que mostra a implementação do modem IBS utilizando uma placa de som.

As FIGS. 17 e 18 são diagramas de blocos que mostram o modo de funcionamento da placa de som da FIG. 16.

A FIG. 19 é um diagrama de blocos de um circuito de sincronização para o modem IBS.

A FIG. 20 é um diagrama pormenorizado do circuito de sincronização da FIG. 19.

A FIG. 21 é um diagrama temporal que mostra o modo de funcionamento do circuito de sincronização da FIG. 19.

A FIG. 22 é um gráfico que mostra como é que o circuito de sincronização identifica o tempo óptimo de início de sincronização.

A FIG. 23 é uma implementação alternativa do circuito de sincronização.

A FIG. 24 é um diagrama de codificador para um modem IBS multicanal.

A FIG. 25 é um diagrama de decodificador para um modem IBS multicanal.

As FIGS. 26 e 27 mostram diferentes configurações de canais para o modem IBS multicanal mostrado nas FIGS. 24 e 25.

Descrição Pormenorizada da Forma de Realização Preferida

No que se refere à FIG. 1, uma rede 12 de comunicações sem fios inclui um telefone 14 celular que recebe sinais 22 de voz de um utilizador 23. Um codificador (codificador de sinais vocais) 18 de voz no telefone 14 celular codifica os sinais 22 de voz em sinais 31 de voz digitais codificados que são, em seguida, transmitidos através de um canal 34 de rádio digital sem fios (chamada celular). O telefone 14 celular transmite os sinais 31 de voz codificados para um local (estação celular base) 36 de comunicações celular que retransmite a chamada celular para um Sistema 38 de Comutação de Telecomunicações Celular (CTSS).

O CTSS 38 liga a chamada celular a outro telefone celular através da rede 12 celular sem fios, a um telefone terrestre numa rede 42 PSTN, como uma chamada de circuito comutado, ou encaminha a chamada celular através de uma rede 46 de comutação de pacotes de Protocolo Internet (IP) como uma chamada de Voz Sobre IP (VoIP). A chamada celular também pode ser reencaminhada da rede 42 PSTN para a rede 12 celular ou da rede 42 PSTN para a rede 46 IP ou vice-versa. A chamada celular pode, por fim, chegar a um telefone 44 que corresponde a um número de telefone de destino originalmente introduzido no telefone 14 celular.

Dados adicionais poderiam ser inseridos em qualquer ponto na rede 12 celular, tal como na rede 42 PSTN e rede 46 IP, e o sinal poderia tornar a ser modulado para ser transmitido através de redes de linha telefónica ou celular. Estes dados poderiam estar relacionados com o sistema, tal como informação de encaminhamento, informação de preços ou tarifas, etc.

Um modem 28 de Sinalização Intrabanda (IBS) permite que o telefone 14 celular transmita dados 29 digitais desde uma fonte 30 de dados através do canal 34 de rádio da rede 12 celular. O modem 28 IBS modula os dados 29 digitais em tons 26 de dados digitais sintetizados. Os tons 26 de dados digitais impedem que os componentes de codificação na rede 12 celular e rede 42 terrestre, tais como o codificador 18 de sinais vocais, corrompam os dados digitais. O esquema de codificação e modulação utilizado no modem 28 IBS permite que os dados 29 digitais sejam transmitidos através do mesmo codificador 18 de voz utilizado no telefone 14 celular para codificar sinais 22 de voz. Qualquer aparelho, tal como uma máquina de venda automática, etc., poderia ser melhorada com esta tecnologia.

Os tons sintetizados são definidos como sinais que representam dados digitais que também têm características de sinalização que permitem que os sinais sejam codificados e decodificados por um codec de voz sem perder a informação de dados digitais no sinal. Num exemplo, utilizam-se sinais Modulados por Deslocamento de Frequência (FSK) para criar os tons sintetizados a diferentes frequências dentro da área de percepção audível da fala humana.

O modem 28 IBS permite que sinais 22 de voz e dados 29 digitais sejam transmitidos através do mesmo canal de áudio digital utilizando o mesmo conjunto de circuitos de telefone celular. Isto impede que um utilizador tenha que transmitir dados digitais utilizando um modem sem fios distinto e permite que um utilizador de telefone celular fale e envie dados durante a mesma chamada digital sem fios.

A invenção modula os dados 29 digitais em tons de áudio sintetizados. Isto impede que o codificador 18 de sinais vocais de telefone celular filtre ou corrompa os valores binários associados com os dados 29 digitais. Utiliza-se o mesmo transmissor-receptor e o mesmo conjunto de circuitos de telefone celular para transmitir e receber sinais de voz e dados digitais. Isto permite que o modem 28 IBS seja muito mais pequeno, menos complexo e com mais eficiência energética do que um modem sem fios autónomo. Nalgumas formas de realização, o modem 28 IBS é totalmente implementado em software utilizando apenas os componentes de hardware existentes no telefone 14 celular.

Um ou mais servidores 40 estão localizados num qualquer de entre vários locais na rede 12 sem fios, rede 42 PSTN ou rede 46 IP. Cada servidor 40 inclui um ou mais modems 28 IBS que codificam, detectam e decodificam os dados 29 digitais transmitidos e recebidos através do canal 34 de rádio digital. Os dados digitais decodificados são processados no servidor 40 ou encaminhados para outro computador, tal como o computador 50.

No que se refere à FIG. 2, uma primeira secção de transmissão do modem 28 IBS inclui um codificador 52 IBS e um conversor 54 Digital para Analógico (D/A). O codificador 52 IBS é, tipicamente, implementado utilizando um Processador de Sinais Digitais (DSP). A fonte 30 de dados representa qualquer dispositivo que exija transmissão ou recepção sem fios de dados digitais. Por exemplo, a fonte 30 de dados pode ser um computador portátil, um computador de mão ou um Sistema de Posicionamento Global (GPS) (ver FIG. 15).

A fonte 30 de dados emite um fluxo 29 de bits digitais para o codificador 52 IBS. O codificador 52 IBS converte os dados 29 digitais em pacotes IBS especialmente formatados para serem transmitidos através de um canal de voz digital sem fios. O codificador 52 IBS, em seguida, converte os bits dos pacotes IBS em tons de dados digitais que são, depois, introduzidos no conversor 54 D/A.

O modem 28 IBS emite valores binários que representam, cada, um componente de amplitude e fase de um tom de áudio. O conversor 54 D/A converte estes valores digitais em tons 26 de áudio analógicos que são, depois, enviados para uma porta 15 de áudio auxiliar no telefone 14 celular. Os tons 26 de áudio analógicos são, depois, processados pelo telefone 14 celular. Um conversor 16 Analógico para Digital (A/D) no telefone 14 celular codifica os tons 26 de áudio analógicos sintetizados em valores digitais. O codificador 18 de sinais vocais codifica as representações digitais dos tons 26 sintetizados em dados 32 digitais codificados e envia os dados codificados para um transmissor-receptor 19 que transmite os dados 32 digitais codificados através do canal 34 de rádio.

A tensão preferida dos tons 26 de áudio sintetizados emitidos pelo conversor 26 D/A é de, aproximadamente, 25 milivolts pico a pico. Descobriu-se que este nível de tensão impede que os tons 26 de áudio saturam o conjunto de circuitos de canal de voz no telefone 14 celular.

Dado que os dados 29 digitais são introduzidos através da porta 15 de áudio auxiliar mãos-livres existente no telefone 14 celular, o modem 28 IBS pode ser instalado como um dispositivo pós-venda que pode conectar qualquer fonte 30 de dados ao

telefone 14 celular. A fonte 30 de dados pode transmitir dados 29 digitais em qualquer formato digital. Por exemplo, os dados 29 digitais podem ser enviados através de uma interface RS-232, interface de Barramento Série Universal (USB) ou qualquer outra interface em série ou paralelo.

A FIG. 3 mostra uma forma de realização alternativa do modem 28 IBS. O modem 28 IBS na FIG. 3 está posicionado no interior do telefone 14 celular e é implementado em software utilizando o processador de telefone celular existente ou utilizando alguma combinação dos seus próprios componentes e dos existentes componentes de telefone celular. Nesta forma de realização, o telefone 14 celular pode incluir uma porta 15 de dados que recebe os dados 29 digitais da fonte 30 de dados externa. Numa forma de realização alternativa, a fonte 30 de dados digitais encontra-se no interior do telefone 14 celular. Por exemplo, a fonte 30 de dados pode ser um *chip* de Sistema de Posicionamento Global (GPS) que inclui um receptor de GPS (não mostrado) para receber dados de posicionamento global de satélites GPS (FIG. 14).

O codificador 52 IBS na FIG. 3, como mencionado acima, é, tipicamente, implementado em software utilizando um DSP e pode utilizar o mesmo DSP utilizado para implementar o codificador 18 de sinais vocais. O conversor 54 D/A emite os tons de áudio sintetizados que representam dados 29 digitais para o conversor 16 A/D interno do telefone 14 celular. O codificador 52 IBS, numa forma de realização alternativa, não só sintetiza os dados 29 digitais em tons de áudio como também quantifica os valores de frequência digital. O codificador 52 IBS, em seguida, emite os dados 55 quantificados, directamente, para o codificador 18 de sinais vocais. Ainda noutra forma de realização da invenção,

o codificador 52 IBS é implementado, na totalidade, em software no mesmo DSP que implementa o codificador 18 de sinais vocais.

O codificador 18 de sinais vocais utiliza um esquema de codificação específico associado à rede 12 de comunicações sem fios (FIG. 1). Por exemplo, o codificador 18 de sinais vocais poderia ser um codificador VCELP que converte sinais de voz em sinais CDMA digitais. O conversor 16 A/D, conversor 54 D/A e transmissor-receptor 19 são componentes de telefone celular existentes conhecidos pelos especialistas na técnica.

É importante salientar que o codificador 52 IBS permite que os dados 29 digitais sejam transmitidos utilizando o mesmo conjunto de circuitos de telefone celular que transmite sinais de voz. O codificador 52 IBS impede que qualquer aproximação, quantificação, codificação, modulação, etc. de sinal efectuada pelo conversor 16 A/D, codificador 18 de sinais vocais ou transmissor-receptor 19 corrompa ou filtre quaisquer bits dos dados 29 digitais.

A FIG. 4 é um diagrama pormenorizado do codificador 52 IBS mostrado na FIG. 2 e FIG. 3. Uma memória 58 intermédia de dados armazena o fluxo 29 de bits binário proveniente da fonte 30 de dados. Um separador 60 de dados em pacotes segmenta os bits na memória 58 intermédia em bytes que compreendem uma carga útil de pacotes IBS. Um formatador 62 de pacotes adiciona um preâmbulo e posfácio de pacote que ajuda a impedir a corrupção da carga útil de pacotes IBS. Um modulador 64 IBS, em seguida, modula os bits no pacote IBS com duas ou mais frequências 66 e 68 diferentes para gerar tons 69 de dados digitais.

Impedimento de Corrupção de Dados Digitais em Canais de Voz

Os codificadores de voz de telefone celular aumentam a largura de banda em canais de voz utilizando técnicas de codificação preditiva que tentam descrever sinais de voz sem ter que enviar toda a informação associada com a fala humana. Se quaisquer frequências ou tons não naturais forem gerados no canal de voz (*i. e.*, frequências representando dados digitais), essas frequências podem ser expulsas pelo codificador 18 de voz (FIG. 2). Por exemplo, se a amplitude dos tons de dados digitais for superior à dos sinais de voz normais ou se o mesmo tom de dados digitais for gerado durante um período de tempo prolongado, o codificador 18 de voz pode filtrar esse sinal com amplitude elevada ou frequência prolongada. Em função do modo de codificação dos tons de dados digitais, os bits digitais representados por esses tons de áudio não naturais podem ser, parcial ou totalmente, removidos do canal de voz.

O codificador 52 IBS codifica os dados 29 digitais de modo a que os codificadores de voz não filtrem ou corrompam os tons que representam dados digitais. O codificador 52 IBS efectua esta acção através do controlo das amplitudes, períodos de tempo e padrões dos tons de áudio sintetizados utilizados para representar os valores de bits binários.

No que se refere à FIG. 5, o fomatador 62 de pacotes (FIG. 4) adiciona um preâmbulo 73 de pacote e um cabeçalho 75 à parte inicial de um pacote 70 IBS. O preâmbulo 73 de pacote inclui um padrão 72 de preâmbulo e um padrão 74 de sincronização. Uma soma 78 de controlo e um posfácio 79 de pacote são anexados à extremidade final do pacote 70 IBS.

A FIG. 6 mostra os tons 69 de dados digitais sintetizados emitidos pelo modulador 64 IBS (FIG. 4). O modulador 64 IBS (FIG. 4) converte os bits digitais no pacote 70 IBS num de dois tons diferentes. Um primeiro tom é gerado numa frequência f_1 e representa um valor binário "1" e um segundo tom é gerado numa frequência f_2 e representa um valor binário "0". Numa forma de realização, a frequência f_1 é de 600 Hz e a frequência f_2 é de 500 Hz (Hz).

Determinou-se que o intervalo de frequências mais eficaz para gerar os tons que representam os valores de bits binários situa-se algures entre 400 Hertz e 1600 Hertz. O modulador 64 IBS inclui tabelas de Senos e Cosenos que são utilizadas para gerar os valores digitais que representam os diferentes valores de amplitude e fase para as frequências f_1 e f_2 .

Numa forma de realização da invenção, os dados digitais são emitidos através do canal 34 de rádio com uma velocidade de transmissão de 100 bits/segundo. Verificou-se que esta velocidade de transmissão é eficaz para impedir a corrupção dos dados de áudio digitais numa ampla variedade de diferentes codificadores de voz de telefones celulares. As ondas sinusoidais para cada tom f_1 e f_2 iniciam-se e terminam num ponto de amplitude nula e continuam durante 10 milissegundos. Geram-se oito amostras para cada tom de dados digitais.

No que se refere à FIG. 7, um Controlador 80 de Ganho Automático (AGC) é uma função de codificação utilizada no telefone 14 celular. O AGC 80 pode ser software que está posicionado no mesmo DSP que implementa o codificador 18 de voz. O AGC 80 escalona alterações instantâneas de energia em sinais de voz. Há situações em que não se introduziram sinais de voz no

AGC 80 durante um período de tempo seguido por uma série de tons 82 de áudio que compreendem o início de um pacote 70 IBS. O AGC 80 escalona o primeiro grupo de tons 82 no início do pacote 70 IBS. O AGC 80 também antecipa os níveis 84 de sinal nulo após o fim do pacote 70 IBS e irá escalonar os tons 83 no fim do pacote 70 IBS como parte do seu esquema de escalonamento preditivo. Este escalonamento impede a sobre amplificação de sinal ou ruído quando ocorrem alterações instantâneas de energia no canal de voz.

Como mostrado anteriormente na FIG. 6, os bits "1" e "0" do pacote 70 IBS são representados, respectivamente, por tons f1 e f2. Se estes tons forem escalonados pelo AGC 80, os bits digitais representados por essas frequências podem ser abandonados durante a codificação. Por exemplo, o codificador 18 de sinais vocais pode interpretar os tons escalonados como ruído e filtrá-los do canal de áudio. Para impedir a filtragem involuntária de tons que representam dados digitais, o pacote 70 IBS, na FIG. 5, inclui bits 72 de preâmbulo e bits 79 de posfácio. Os bits 72 de preâmbulo e bits 79 de posfácio não contêm nenhum dos bits 29 de dados digitais provenientes da fonte de dados, mas incluem um determinado número de bits sacrificiais que não são necessários para detectar ou codificar o pacote 70 IBS. Os tons que são gerados para estes bits sacrificiais no preâmbulo e posfácio podem ser escalonados ou filtrados pelo AGC 80 sem afectar nenhum dos dados digitais contidos na carga 76 útil de pacote IBS.

O padrão de bits no preâmbulo 72 e padrão 74 de sincronização são especificamente formatados para reforçar o impedimento da corrupção da carga 76 útil de pacote. Uma sequência aleatória e/ou sequência alternada de bits "1"- "0" é

utilizada no preâmbulo 72 e/ou no padrão 74 de sincronização. Estes padrões de bits alternados ou aleatórios impedem que filtros adaptativos no codificador 18 de sinais vocais de telefone celular (FIG. 2) filtrem tons que representem os bits restantes no pacote 70 IBS.

No que se refere à FIG. 8, filtros adaptativos adaptam-se a valores de frequência próximos dos que estão a ser actualmente transmitidos através da rede sem fios. Por exemplo, se estiver a ser transmitido, actualmente, um período longo com o mesmo tom f_1 , um filtro adaptativo utilizado no telefone celular pode adaptar-se ao espectro de frequência f_1 , como mostrado pelo filtro 86.

Outro tom curto com outra frequência f_2 pode seguir-se imediatamente ao período longo de tons f_1 . Se o filtro 86 demorar muito a adaptar-se, alguns dos primeiros tons f_2 podem ser filtrados, do canal de voz. Se o tom f_2 filtrado representar bits no fluxo de bits IBS, esses bits perdem-se.

Para impedir que filtros adaptativos no telefone celular eliminem bits, uma secção do preâmbulo 73 inclui um padrão de bits "1"- "0" aleatórios ou alternados. Isto condiciona previamente o filtro adaptativo, como mostrado pelo filtro 88. O preâmbulo 73 (FIG. 5) tenta incluir uma secção da mesma sequência de bits que pode ocorrer, ou ocorre realmente, na carga 76 útil de pacote. Por exemplo, o codificador 52 IBS pode antecipar o padrão de bits na carga 76 útil. O codificador 52 pode, em seguida, colocar um subconjunto de bits numa secção do preâmbulo para representar a sequência de bits na carga útil de pacote.

Isto condiciona previamente o filtro adaptativo para as mesmas frequências f_1 e f_2 , com a mesma duração e numa sequência semelhante, que se seguem, provavelmente, na carga 76 útil de pacote IBS. Assim, a probabilidade de o filtro adaptativo filtrar os tons que representam, na realidade, os dados digitais que estão a ser transmitidos é menor.

A FIG. 9 é um diagrama de blocos do conjunto 91 de circuitos de recepção que recebe os sinais de voz e dados no canal 34 de rádio. O modem 28 IBS também inclui um descodificador 98 IBS que detecta e descodifica os tons de dados digitais transmitidos no canal 34 de rádio. O conjunto 91 de circuitos de recepção está posicionado no CTSS 38 (FIG. 1) que recebe transmissões sem fios das estações 36 de comunicação celular (FIG. 1). O mesmo conjunto 91 de circuitos também está posicionado no telefone 14 celular.

Como descrito acima nas FIGS. 2 e 3, a parte de descodificador do modem 28 IBS pode ficar no exterior do telefone 14 celular ou pode ficar no interior do telefone 14 celular. A linha 104 tracejada mostra um modem 28 IBS no exterior de um telefone celular e a linha 106 tracejada mostra um modem 28 IBS no interior de um telefone celular. Os modems 14 IBS podem estar posicionados em qualquer local telefónico na rede 42 PSTN ou rede 46 IP (FIG. 1). O conjunto 91 de circuitos de recepção pode ser diferente quando o modem 28 IBS está acoplado a uma linha terrestre. No entanto, o modem 28 IBS funciona de acordo com o mesmo princípio ao transmitir e receber tons sintetizados através do canal de voz da linha telefónica.

Os sinais no canal 34 de rádio são recebidos por um transmissor-receptor 90. Um codificador 92 de sinais vocais

descodifica os sinais recebidos. Por exemplo, o codificador 92 de sinais vocais pode descodificar sinais transmitidos em TDMA, CDMA, AMPS, etc. Um conversor 94 D/A, em seguida, converte os sinais de voz digitais em sinais analógicos. Os sinais de voz analógicos são, depois, emitidos por um altifalante 17.

Se o modem 28 IBS estiver no exterior do conjunto 91 de circuitos de recepção, então, um conversor 96 A/D reconverte os sinais analógicos para sinais digitais. O descodificador 98 IBS desmodula quaisquer tons que representem dados digitais, transformando-os, outra vez, em pacotes IBS digitais. Um desempacotador 100 desempacota a carga útil de pacote dos pacotes 70 IBS e armazena os dados digitais descodificados numa memória 102 intermédia de dados.

A FIG. 10 é um diagrama de estados que explica o modo de funcionamento do descodificador 98 IBS da FIG. 9. O descodificador 98 IBS efectua, repetidamente, a amostragem e descodifica os sinais de áudio recebidos do canal 34 de rádio. O estado 110 procura tons no sinal de áudio que representem dados digitais. Se a Relação Sinal/Ruído (SNR), para tons no intervalo de frequências dos tons de dados digitais, for superior a um valor pré-seleccionado, o descodificador 98 IBS passa para um estado 112 activo. O estado 112 activo recolhe amostras de tons. Se, em qualquer momento durante o estado 112 activo, a SNR se situar abaixo de um valor de limiar activo ou se se atingir um tempo limite antes de se recolher um número suficiente de amostras de tons, o descodificador 98 IBS regressa para o estado 110 de procura e inicia, novamente, a procura de tons de dados digitais.

Depois da recolha de várias amostras, o descodificador 98 IBS procura bits que identifiquem o preâmbulo 73 no pacote 70 IBS (FIG. 5). Se o preâmbulo 73 for detectado, o descodificador 98 IBS passa para o estado 114 de recuperação de relógio. O estado 114 de recuperação de relógio sincroniza-se com o padrão 74 de sincronização no pacote 70 IBS (FIG. 5). O descodificador 98 IBS, em seguida, desmodula a carga 76 útil de pacote, no estado 116. Se o preâmbulo 73 não for encontrado, o descodificador 98 IBS regressa ao estado 110 de procura e inicia, novamente, a procura de um início de um pacote 70 IBS.

O descodificador 98 IBS desmodula toda a carga 76 útil de pacote e, depois, efectua uma soma 78 de controlo como verificação final, para saber se um pacote 70 IBS válido foi desmodulado com êxito. O controlo, depois, regressa para o estado 110 de procura e inicia a procura do pacote 70 IBS seguinte.

A FIG. 11 é um diagrama pormenorizado do estado 110 de procura do descodificador 98 IBS. O estado 110 de procura utiliza filtragem intrabanda e fora de banda. "Intrabanda" é utilizada na discussão que se segue para designar tons dentro do intervalo de frequências dos dois tons que representam o valor binário "1" de dados digitais (500 Hz) e o valor binário "0" de dados digitais (600 Hz).

Um primeiro filtro 118 passa banda (intrabanda) mede a energia para sinais no canal de áudio dentro do intervalo de frequências de cerca de 400 Hz a cerca de 700 Hz. Um segundo filtro 120 passa banda (fora de banda) mede a energia no canal de áudio para sinais fora do intervalo 400 Hz-700 Hz. Uma Relação Sinal/Ruído (SNR) é calculada no bloco 122 entre a

energia intrabanda e a energia fora de banda. Se os tons que representam os dados digitais existirem no canal de áudio, a energia medida pelo filtro 110 intrabanda irá ser muito maior do que a energia medida pelo filtro 120 fora de banda.

Se a SNR for menor que um limiar seleccionado na caixa 124 comparadora, determina-se que os sinais no canal de áudio são os sinais de voz reais ou ruído. Se a SNR for maior que o limiar, o descodificador 98 IBS determina que os tons representam dados digitais intrabanda. Quando os dados digitais são detectados, o descodificador 98 IBS passa para o estado 112 activo (FIG. 10) para começar a procura do início de um pacote 70 IBS.

A FIG. 12 mostra o estado 112 activo para o descodificador 98 IBS. O bloco 130 é notificado pelo estado 110 de procura quando um tom intrabanda é detectado no canal de áudio. Amostras dos tons de áudio são colocadas em janelas no bloco 132 com várias amostras associadas com um único bit binário. Numa forma de realização, 80 amostras do tom de dados digitais são captadas, preenchidas com zeros e, depois, correlacionadas com Transformadas de Fourier Discretas (DFT).

Uma primeira DFT tem coeficientes que representam um tom de 500 Hz e é aplicada aos dados em janelas no bloco 134. A primeira DFT gera um valor de correlação elevado se as amostras contiverem um tom de 500 Hz (valor de bit binário "0"). Uma segunda DFT representa um tom de 600 Hz e é aplicada às amostras em janelas no bloco 136. A segunda DFT gera um valor de correlação elevado se as amostras em janelas contiverem um tom de 600 Hz (valor de bit binário "1"). O bloco 138 selecciona um binário "0" ou binário "1" para os dados em janelas em função de

qual das DFT, a de 500 Hz ou a de 600 Hz, dá origem ao maior valor de correlação.

O descodificador 98 IBS, no bloco 140 de decisão, continua a desmodular os tons até detectar o preâmbulo do pacote 70 IBS. O descodificador 98 IBS, em seguida, passa para o estado 114 de recuperação de relógio (FIG. 13) para se sincronizar com o padrão 74 de sincronização no pacote 70 IBS (FIG. 5). Se se tiver que desmodular mais bits antes de se poder verificar o preâmbulo 73, o bloco 140 de decisão regressa para o bloco 132 e as 80 amostras seguintes dos tons de dados digitais são colocadas em janelas e desmoduladas.

A FIG. 13 descreve o estado 114 de recuperação de relógio para o descodificador 98 IBS. Depois de o preâmbulo 73 no pacote 70 IBS ser detectado no estado 112 activo, o estado 114 de recuperação de relógio desmodula a sequência de bits seguinte associada com o padrão 74 de sincronização (FIG. 5). O estado 114 de recuperação de relógio alinha as amostras de tons com o centro dos filtros de correlação descritos no estado 112 activo. Isto melhora a precisão do descodificador quando desmodula a carga 76 útil de pacote IBS.

O bloco 142 de decisão procura o padrão 74 de sincronização no pacote 70 IBS. Se, depois de desmodular o tom seguinte, o padrão 74 de sincronização não for encontrado, o bloco 142 de decisão desloca, em uma amostra, a janela utilizada para amostragem do padrão 74 de sincronização, no bloco 148. O bloco 150 de decisão, em seguida, torna a verificar o padrão 74 de sincronização. Se o padrão 74 de sincronização for encontrado, o bloco 144 de decisão determina a relação de potência para o padrão de sincronização detectado. Esta relação de potência

representa um factor de confiança relativamente à boa sincronização do desmodulador com o padrão de sincronização. A relação de potência é comparada com as relações de potência derivadas de diferentes posições de amostragem de janela deslocada. Se a relação de potência for superior a uma posição de amostragem anterior, então, essa relação de potência é guardada como a nova relação de potência máxima no bloco 146.

Se a relação de potência para o padrão 74 de sincronização for inferior à relação de potência anteriormente medida, o descodificador no bloco 148 desloca a janela de amostragem em uma posição de amostra. A relação de potência é, depois, determinada para a janela deslocada e, depois, comparada com a relação de potência máxima actual no bloco 144 de decisão. A janela é deslocada até se encontrar a relação de potência máxima para o padrão 74 de sincronização. O valor de deslocamento de janela na relação de potência máxima é utilizado para alinhar os filtros de correlação de desmodulador com a amostra central do primeiro bit 77 (FIG. 5) no cabeçalho 75 de pacote IBS.

O descodificador 89 IBS, em seguida, salta para o estado 116 de desmodulação (FIG. 10) onde o deslocamento de janela identificado é utilizado para desmodular os restantes tons de 500 e 600 Hz que representam os bits 76 de carga útil de pacote e bits 78 de soma de controlo. O estado 116 de desmodulação correlaciona os tons f1 e f2 com DFT do mesmo modo que no estado activo (FIG. 12). Os bits 78 de soma de controlo são, depois, utilizados como um controlo final para verificar se um pacote IBS válido foi recebido e descodificado com precisão.

A FIG. 14 é um diagrama do modem 28 IBS posicionado num compartimento de bateria conectado ao telefone 14 celular. Um

pino 200 de canal de áudio de mãos-livres acopla o modem 28 IBS ao canal 202 de voz no telefone 14 celular. Um interruptor 204 acopla sinais de voz do microfone 17 ou tons de dados digitais do modem 28 IBS ao canal 202 de voz.

O interruptor 204 é controlado através de um menu num ecrã (não mostrado) no telefone 14 celular ou por um botão 206 que sobressai da extremidade posterior do compartimento 208 de bateria. O interruptor 204 também pode ser controlado por uma das teclas no teclado do telefone 14 celular.

O botão 206 também pode ser utilizado para iniciar outras funções proporcionadas pelo modem 28 IBS. Por exemplo, um Sistema de Posicionamento Global (GPS) inclui um receptor 210 GPS posicionado no compartimento 208 de bateria. O receptor 210 GPS recebe dados GPS de um satélite 212 GPS. Um operador de telefone celular só tem que premir o botão 206 durante uma situação de emergência. A compressão do botão 206 permite que o receptor 210 GPS, automaticamente, recolha dados GPS do satélite 212 GPS. Ao mesmo tempo, o interruptor 204 conecta o modem 28 IBS ao canal 202 de voz do telefone 14 celular. O modem 28 IBS é, em seguida, activado. Logo que os dados GPS sejam recolhidos no modem 28 IBS, os dados são formatados, codificados e emitidos pelo modem 28 IBS para o canal 202 de voz do telefone 14 celular.

O utilizador 23 pode premir o botão 206 em qualquer momento, depois de ter efectuado uma chamada manual para um número de telefone. Depois do canal de áudio ser estabelecido com outro terminal, o utilizador 23 prime o botão 206. O interruptor 204 é conectado ao modem 28 IBS e o modem 28 IBS é activado. Os dados GPS (ou outra fonte digital) são, depois, enviados como tons de

dados através do modem 28 IBS para um terminal através do canal de áudio estabelecido. Depois de os dados terem sido transmitidos com êxito, o utilizador prime, novamente, o botão 206, tornando a conectar o interruptor 204 ao receptor 17 de áudio.

A FIG. 15 mostra os diferentes tipos de fontes de dados que podem ser conectados ao modem 28 IBS. Qualquer um de entre um computador 212 de mão, receptor 214 GPS ou um computador 216, etc., pode ser acoplado ao modem 28 IBS. O modem 28 IBS converte os bits emitidos pelo dispositivo em tons de dados digitais que são, depois, emitidos através do canal 34 de rádio na rede sem fios. Dado que os dados podem ser transmitidos para outro terminal através do telefone 14 celular, nenhum dos dispositivos 212, 214 ou 216 necessitam de um modem sem fios distinto.

Implementação de um Modem de Sinalização Intrabanda numa Placa de Som

O modem IBS pode ser implementado numa placa de som padrão de computador. No que se refere à FIG. 16, uma placa 252 de som, tal como uma placa Sound Blaster fabricada pela Creative Labs, Inc., 1523 Cimarron Plaza; Stillwater, Ok74075, está incluída num computador 250. Uma saída 253 de altifalante da placa 252 de som emite tons de áudio para uma porta 257 de mãos-livres num telefone 258 celular. Uma entrada 259 de microfone na placa 252 de som está conectada à saída de altifalante do telefone 258 celular.

O computador inclui um processador 254 que converte dados digitais num formato áudio utilizado pela placa 252 de som para

emitir tons de áudio sintetizados. O telefone 258 celular codifica e transmite esses tons de áudio através do canal de voz de uma rede de comunicações sem fios. Uma estação 261 de comunicação celular recebe os tons de áudio transmitidos e reenvia os tons de áudio através de uma rede 263 PSTN. Um computador 262 está conectado a uma linha 260 telefônica no local de destino da chamada telefônica. Outra placa 264 de som e um processador 266 no computador 262 desmodulam os tons de áudio outra vez para dados digitais. Os dados digitais representados pelos tons de áudio são exibidos no computador 262. As placas de som podem ser utilizadas para codificação, decodificação de dados ou ambas. As placas de som podem ser utilizadas no computador 250, computador 262 ou ambos.

No que se refere às FIGS. 16 e 17, ficheiros de dados, dados GPS, dados introduzidos por um utilizador através do teclado ou quaisquer outros dados digitais são separados em pacotes e formatados pelo computador 250 em pacotes IBS no bloco 270. A separação por pacotes e formatação de pacotes são descritas nas FIGS. 4 e 5. Os valores de bits binários nos pacotes IBS são convertidos, no bloco 272, num formato digital utilizado pela placa 252 de som (FIG. 16) para gerar tons de áudio sintetizados. Por exemplo, valores de bit binário "1" no pacote IBS são convertidos num formato digital representando um primeiro tom de frequência f_1 e valores de bit binário "0" são convertidos num segundo tom de frequência f_2 . Os tons f_1 e f_2 são gerados de modo semelhante ao descrito na FIG. 6.

A placa de som no bloco 274 emite tons analógicos representando os valores de bits binários de modo semelhante ao codificador 52 IBS e ao conversor 54 digital para analógico descritos na FIG. 3. O telefone celular no bloco 276 codifica os

tons de áudio e transmite os tons de áudio codificados através do canal de voz na rede de comunicações sem fios, no bloco 278.

No que se refere às FIGS. 16 e 18, a chamada de telefone celular é estabelecida com um número de telefone de destino. No bloco 280, um utilizador atende a linha telefónica com aviso de chamada ou o computador 262 (FIG. 16) no terminal de destino da chamada de telefone celular está programado para detectar um sinal de aviso de chamada proveniente da linha 260 telefónica. Se um sinal de aviso de chamada for detectado, um utilizador ou o computador 262, no bloco 282, gera um sinal de "fora de descanso" na linha 260 telefónica. A placa 264 de som, no bloco 284, funciona como um conversor analógico para digital ao converter os tons de áudio na linha 260 telefónica para dados digitais. A placa 264 de som, em associação com o processador 266 (FIG. 16) descodifica os tons de áudio IBS de modo semelhante ao descodificador 98 IBS descrito nas FIGS. 9-13. As representações digitais de tons IBS detectados são, depois, exibidas no ecrã do computador 266, no bloco 290.

Num exemplo, um utilizador quer encontrar a localização do telefone 258 celular. O utilizador leva o computador 262 (FIG. 16) a marcar o número de telefone para o telefone 258 celular. O computador 262 utiliza a placa 264 de som para enviar tons IBS que levam o telefone 258 celular a reenviar dados de localização GPS. O computador 250 pode ter um receptor GPS ou o telefone 258 celular pode ter um receptor GPS autónomo. Se o receptor GPS e o modem IBS estiverem no interior do telefone 258 celular, como mostrado nas FIGS. 2-9, o computador 250 não necessita de ser conectado ao telefone 258 celular.

Os dados GPS são convertidos para tons IBS pela placa 252 de som, como descrito na FIG. 17, ou através de um modem IBS interno, como descrito nas FIGS. 2-9. Os tons IBS que representam os dados GPS são transmitidos de volta através do canal de telecomunicações sem fios e da rede 263 PSTN para a linha 260 telefónica. A placa 264 de som no computador 262 monitoriza a linha 260 telefónica para os tons de áudio IBS. Quando detectados, os tons IBS são reconvertidos para dados GPS digitais e exibidos ao utilizador pelo processador 266 no ecrã do computador 262. Um processo cartográfico no computador 262 pode, em seguida, converter os valores GPS de longitude e latitude num estado, cidade e endereço de rua.

Sincronização

A FIG. 19 mostra uma técnica alternativa para desmodular e sincronizar o modem IBS no descodificador 300 IBS. Os tons de áudio IBS são recebidos através do canal de voz da rede de comunicações sem fios na interface 301. Os tons recebidos são convertidos da forma analógica para digital pelo conversor 302 A/D. O detector 304 de sinais IBS detecta a presença dos tons de áudio IBS de modo semelhante ao descrito na FIG. 11.

A técnica de sincronização alternativa inicia-se com o descodificador 300 sintonizando os sinais IBS para bandas de base complexas com multiplicadores 306 e 308. O multiplicador move, efectivamente, quaisquer tons IBS na primeira e segunda frequências f_1 e f_2 IBS para DC. Este primeiro sinal de banda de base é designado por S_A' e o segundo sinal de banda de base é designado por S_B' . Um banco 310 de filtros adaptados aplica filtros adaptados aos sinais de banda de base tendo as formas de

impulso previstas para os dois tons de áudio que representam os valores "1" binário e "0" binário. O sinal S_A emitido pelo banco 310 de filtros adaptados representa um valor 1 binário e o sinal S_B representa um valor 0 binário. O banco de filtros adaptados também pode aumentar a filtragem para ter em conta características conhecidas do canal de comunicações sem fios que possam existir nos sinais S_A e S_B .

O filtro adaptado é seleccionado para adaptar a modelação de impulsos aplicado ao modulador. A modelação de impulsos é seleccionada para o melhor compromisso entre largura de banda de sinalização, velocidade de transmissão de bits e interferência entre símbolos. O filtro de modelação de impulsos é aplicado à fase integrada do oscilador numérico do modulador.

Um sincronizador 312 IBS alinha o modulador com o padrão de sincronização anexado à parte inicial do pacote IBS. Segmentos 316 de amostras dos sinais S_A e S_B são introduzidos no desmodulador 314 de sincronização em conjunto com um tempo T_B de início de amostra. O desmodulador 314 emite um valor 320 de potência para o sincronizador 312 IBS que indica a proximidade de sincronização do desmodulador com o bit de início no padrão de sincronização. O sincronizador 312 IBS utiliza os valores 320 de potência para cada tempo T_B de início de amostra para determinar o tempo ($*T_B$) de início de sincronização óptimo para desmodular os bits restantes no pacote IBS. O modulador 322 de pacotes IBS utiliza, depois, o tempo $*T_B$ de início óptimo para desmodular os valores de bits binários dos sinais S_A e S_B .

A FIG. 20 é uma descrição mais pormenorizada do desmodulador 314 de sincronização e do desmodulador 322 de pacotes IBS na FIG. 19. Um primeiro integrador 324 integra o primeiro segmento

de amostras para o sinal S_A . O integrador começa no tempo T_B de início de amostra e integra um N número de amostras que representam a duração T de um bit IBS (tempo Baud). Um retificador 326 fornece a magnitude do valor de integração a um adicionador 322. De um modo semelhante, um integrador 328 integra os segmentos de amostras para o sinal S_B começando no tempo T_B de início de amostra. Um retificador 330 fornece a magnitude do segmento integrado do sinal S_B ao adicionador 332. A saída do adicionador 332 é um sinal 320 de potência que é fornecido, de volta, ao sincronizador 312. O desmodulador 322 de pacotes IBS (FIG. 19) também inclui um comparador 334 que gera um valor binário 1 ou um valor binário 0 de acordo com as magnitudes dos sinais S_A e S_B .

Continuando com a explicação, a FIG. 21 mostra uma representação dos sinais S_A e S_B que provêm do banco 310 de filtros adaptados. Várias amostras 336 do sinal S_A e S_B representam a duração T de bit de um tom IBS. No exemplo mostrado na FIG. 21, captam-se cinco amostras para cada duração T de bit. O tempo T_B de início de amostra é deslocado em uma amostra para cada integração. Uma amostra de início para a primeira integração começa no tempo T_{b1} de início de amostra. Como visível na FIG. 21, o tempo T_{b1} de início de amostra não está alinhado com o sinal S_A que representa um valor binário "1" ou com o sinal S_B que representa um valor binário "0". O desmodulador 314 de sincronização da FIG. 20 gera um valor de saída de potência de 0,0 para T_{b1} .

Quando se utiliza o tempo T_{B2} de início de amostra, o desmodulador 314 gera um valor de saída de -2,0. O tempo T_{B3} de início de amostra representa a amostra com a melhor sincronização com o início do tom "0" no sinal S_B . No tempo T_{B3}

de início de sincronização, a potência de saída é -3. À medida que os tempos T_{B4} e T_{B5} de início de amostra se continuam a afastar da melhor posição de sincronização, a magnitude da potência de saída diminui. A FIG. 22 mostra a magnitude da distribuição de potência para os diferentes tempos de início de amostra. A magnitude de potência máxima é identificada no tempo T_{B3} de início de amostra. Assim, o tempo T_{B3} de início de amostra óptimo é utilizado pelo sincronizador 312 IBS (FIG. 19).

No que se refere às FIGS. 20 e 21, um primeiro segmento 338 de amostragem iniciado no tempo T_{B3} de amostra gera um valor de saída do adicionador 332, na FIG. 20, de -3. O comparador 334, na FIG. 20, gera um valor binário "0" para qualquer valor de adicionador inferior a zero. A saída do adicionador 332 para um segundo segmento de valores 340 de amostra gera um valor de saída de +3. Dado que o valor de saída para o segundo segmento de amostra é superior a 0, o comparador 334 gera um valor binário "1". O desmodulador 322 de pacotes IBS (FIG. 19) continua a descodificar os tons nos sinais S_A e S_B no resto do fluxo de bits IBS.

A FIG. 23 mostra uma variação do esquema de sincronização descrito nas FIGS. 19-22. Os tons IBS são detectados no bloco 341. Os tons IBS são deslocados para banda de base pelos multiplicadores 342 para a frequência f_A de tom de áudio que representa um valor de bit binário de "1" e para a f_B de tom de áudio que representa um bit binário de "0". O deslocamento da banda de base é efectuado para cada amostra $T(x)$ individual dos sinais f_A e f_B .

Em vez de somar um baud inteiro de amostras na sua totalidade, adopta-se uma soma contínua do último valor de baud

utilizando a nova amostra $T(x)$ no bloco 344. Por exemplo, com uma taxa de amostras de 20 amostras por bit, a 21^a amostra $T(N+1)$ é apagada da soma contínua e a amostra $T(x)$ seguinte é adicionada à soma contínua. Cada magnitude das duas somas contínuas para o tom A e tom B é captada nos blocos 345 e comparada pelo comparador 346. Um valor de binário "1" ou binário "0" é emitido pelo comparador 346 em função de qual das amostras de tom A ou tom B tiver o maior valor de magnitude. Os valores de bits binários emitidos pelo comparador 346 são correlacionados com o padrão de sincronização conhecido no bloco 347 de correlação. O tempo $*T_B$ de início de amostra seleccionado é identificado como a última amostra que gerou o maior valor de correlação com o padrão de sincronização. Os bits restantes no pacote IBS são, depois, desmodulados de acordo com o tempo $*T_B$ de início de amostra seleccionado.

Modem de Sinalização Intrabanda Multicanal

A FIG. 24 mostra a secção 350 de codificador de um modem de Sinalização Intrabanda Multicanal (MIBS). Uma fonte 351 de dados gera um fluxo de bits binários. O codificador 350 MIBS gera múltiplos canais de sinalização intrabanda dentro do mesmo canal de voz. Uma memória 352 intermédia de dados armazena o fluxo de bits binários provenientes da fonte 351 de dados. Um empacotador 353 empacota os bits, na memória 352 intermédia, numa carga útil de pacote e adiciona um preâmbulo e posfácio à carga útil de pacote para formar pacotes IBS, como descrito acima na FIG. 4.

O codificador 350 inclui dois moduladores 356 e 362 que geram, cada um, diferentes tons de áudio que representam os bits nos pacotes IBS. O modulador 356 modula valores binários "1"

utilizando uma frequência 360 f1 e modula valores binários "0" utilizando uma frequência 358 f2. O modulador 362 modula outros bits nos pacotes IBS tendo valores binários "1" utilizando uma frequência 364 f3 e modula valores binários "0" utilizando uma frequência 366 f4. Os tons f1 e f2 emitidos pelo modulador 356 são designados como um primeiro canal de Sinalização Intrabanda e os tons f3 e f4 emitidos pelo modulador 362 são designados como um segundo canal IBS. Os tons emitidos pelos dois moduladores 356 e 362 são combinados entre si por um adicionador 368 e, em seguida, emitidos para o conversor 370 D/A e para outro conjunto 14 de circuitos de telefone celular (FIG. 2). O conjunto 14 de circuitos de telefone celular codifica e transmite os tons nos dois canais IBS através de um canal de áudio da rede telefônica celular.

Cada um dos moduladores 356 e 366 individuais funciona de modo semelhante ao modulador 64 IBS mostrado na FIG. 4. Pode gerar-se um qualquer número de canais IBS no modem 24 IBS. Por exemplo, poderia proporcionar-se um terceiro canal IBS ao adicionar um terceiro modulador IBS que module bits, para uma terceira secção dos pacotes IBS, em tons utilizando frequências f5 e f6. A saída do terceiro modulador IBS seria fornecida ao adicionador 368. No entanto, para simplificar, a FIG. 24 mostra apenas um modem IBS de dois canais com dois moduladores 356 e 362 IBS correspondentes.

Um controlador 354 de canais IBS controla a utilização dos múltiplos canais IBS pelos modems IBS de transmissão e recepção. Por exemplo, um primeiro canal IBS só pode ser utilizado por um primeiro modem IBS para transmitir pacotes IBS e um segundo canal IBS só pode ser utilizado por esse primeiro modem IBS para receber pacotes IBS. Um segundo modem IBS na extremidade oposta

da transmissão utiliza, então, o segundo canal IBS para transmissão e utiliza o primeiro canal IBS para recepção. O controlador 354 de canais IBS adiciona bits de controlo aos pacotes IBS que negociam a utilização de múltiplos canais IBS entre os dois modems IBS em comunicação. As diferentes configurações para os modems IBS são descritas, em seguida, em mais pormenor, nas FIGS. 26 e 27. O controlador 354 também controla que secções dos pacotes IBS são moduladas pelos moduladores 356 e 362. Por exemplo, os moduladores podem modular alternadamente os pacotes IBS ou cada modulador pode modular diferentes secções dos mesmos pacotes IBS.

A FIG. 25 mostra o descodificador 375 do modem MIBS. Os tons de áudio do canal de áudio são descodificados pelo conjunto 372 de circuitos de recepção e fornecidos a um conversor 374 A/D. um primeiro filtro 376 filtra sinais fora de um intervalo de frequências dos dois tons no primeiro canal IBS e um segundo filtro 378 filtra sinais fora dos intervalos de frequências dos dois tons no segundo canal IBS. O intervalo de frequências do filtro 376 é de $f1-\Delta f$ a $f2+\Delta f$ e o intervalo de frequências do filtro 378 é de $f3-\Delta f$ a $f4+\Delta f$. Os filtros 376 e 378 são mostrados, respectivamente, antes dos descodificadores 380 e 382. No entanto, os filtros 376 e 378 podem ser implementados no mesmo DSP algures no processo de descodificação.

Um primeiro descodificador 380 de canais IBS detecta e desmodula os dois tons, no primeiro canal IBS, em valores de bits binários e um segundo descodificador 382 de canais IBS detecta e desmodula os dois tons, no segundo canal IBS, em valores de bits binários. Os descodificadores 380 e 382 detectam, sincronizam e desmodulam os tons IBS do mesmo modo que descrito anteriormente para o descodificador 98 na FIG. 9 ou

descodificador 300 na FIG. 19. Um empacotador 386 empacota os bits provenientes dos dois descodificadores 380 e 382 em pacotes IBS que são, depois, enviados para uma memória 388 intermédia de dados.

O controlador 384 de canais IBS no modem IBS de recepção sincroniza os dois descodificadores 380 e 382 e determina que descodificadores desmodulam que secções ou que pacotes IBS. O controlador 384 também leva a cabo um protocolo de comunicação com o modem IBS de transmissão que negocia que modem IBS está a transmitir e que modem IBS está a receber pacotes IBS através de que canais IBS.

O filtro 376 e descodificador 380 para o primeiro canal IBS e o filtro 378 e descodificador 382 para o segundo canal IBS podem ser implementados em software no mesmo DSP. Em alternativa, um DSP pode ser utilizado para cada codificador e descodificador de canal individual em cada modem MIBS.

É preferido, no modem "MIBS", que as frequências f_1 & f_2 estejam bem afastadas das frequências f_2 e f_3 . Uma vantagem do MIBS é a mitigação de interferências e a capacidade de se adaptar a variações no desempenho de telefone celular conforme os fabricantes ao alterar, dinamicamente, as frequências quando o desempenho é fraco. Um sinal robusto de controlo de baixa velocidade de transmissão pode ser enviado para escolher uma nova frequência quando um modem detecta erros.

A FIG. 26 mostra uma configuração possível para dois modems 390 e 396 de Sinalização Intrabanda Multicanal (MIBS). Os dois canais 398 e 400 IBS são transmitidos pelo modem 390 MIBS através do canal de voz de uma rede de comunicações sem fios e, depois, possivelmente, através de uma rede telefónica terrestre

para o modem 396 MIBS. Os dois modems MIBS mostrados na FIG. 26 funcionam num modo de semi-duplex no qual um dos modems IBS transmite, ao mesmo tempo, pacotes IBS através do primeiro canal 398 IBS e do segundo canal 400 IBS.

Depois de o primeiro modem 390 IBS ter terminado uma transmissão 392 de pacotes IBS através dos dois canais IBS, o segundo modem 396 IBS é autorizado a iniciar uma transmissão 394, de volta, para o modem 390 através dos dois canais 398 e 400 IBS. O modem 390 MIBS envia informação num dos pacotes IBS indicando ao modem 396 MIBS que a transmissão 392 está terminada.

A FIG. 27 mostra uma configuração alternativa na qual o primeiro canal 398 IBS está dedicado à transmissão de pacotes IBS do modem 390 MIBS e o segundo canal 400 IBS está dedicado à transmissão de pacotes do modem 396 MIBS. Assim, tanto o modem 390 como o 396 MIBS podem transmitir e receber pacotes ao mesmo tempo. Esta configuração de transmissão bidireccional simultânea total pode proporcionar comunicações mais rápidas para determinados tipos de transmissões IBS.

O modem 390 MIBS pode transmitir diferentes secções dos mesmos pacotes IBS através dos dois canais 398 e 400 IBS ou pode alternar a transmissão de diferentes pacotes IBS através dos dois canais IBS. Noutras configurações, pode utilizar-se um canal IBS para transmitir pacotes IBS e o segundo canal IBS pode ser utilizado exclusivamente para comunicações de sinalização e protocolo entre os dois modems MIBS. Noutras configurações alternativas, secções de bits dos mesmos pacotes IBS são entrelaçadas nos dois canais IBS ou os mesmos pacotes IBS são transmitidos através de ambos os canais IBS, para redundância. A

informação nos dois canais IBS pode ser reconfigurada de acordo com a aplicação associada com os dados de pacotes IBS.

Uma solicitação para reconfigurar os canais IBS pode ser codificada no cabeçalho de pacote IBS. Por exemplo, o controlador 354 de canais IBS (FIG. 24) no modem 390 MIBS pode enviar um pacote IBS para o modem 396 MIBS que contenha uma solicitação de reconfiguração no preâmbulo 73 de pacote IBS (FIG. 5). A solicitação de reconfiguração do modem 390 pode solicitar o primeiro canal 398 IBS e o segundo canal 400 IBS e, depois, solicitar uma alocação de um terceiro canal 401 IBS, com uma velocidade de transmissão mais baixa, ao modem 396 MIBS para transmitir mensagens de aviso de recepção de volta para o modem 390. O modem 390 MIBS, em seguida, espera por um aviso de recepção da solicitação de reconfiguração do modem 396.

O controlador 384 de canais IBS (FIG. 25), no modem 396 MIBS, lê a solicitação de reconfiguração no preâmbulo de pacote IBS. O controlador 384, em seguida, emite um aviso de recepção de volta através do codificador do modem 396 MIBS. O codificador formata o aviso de recepção no preâmbulo de um pacote IBS de resposta que é, depois, modulado e transmitido de volta para o modem 390 MIBS através de um ou mais dos canais IBS actualmente alocados. O controlador, no modem 396, em seguida, reconfigura o codificador para receber pacotes IBS através do primeiro e segundo canais 398 e 400 IBS e transmite pacotes através do terceiro canal 401 com baixa velocidade de transmissão.

Quando o aviso de recepção do modem 396 é recebido no modem 390, o controlador leva o codificador e decodificador no modem 390 a transmitir através do primeiro e segundo canais IBS e a receber do terceiro canal com baixa velocidade de transmissão.

Os dois modems 390 e 396, em seguida, transmitem e recebem pacotes IBS de acordo com a nova configuração de canal.

Lisboa, 25 de Maio de 2009

REIVINDICAÇÕES

1. Codificador (350) de sinalização intrabanda multicanal para codificação de dados digitais para comunicação através de um canal de voz de uma rede de telecomunicações sem fios, compreendendo o codificador (350):

uma entrada (352) para receber dados de entrada digitais;

um meio para separar os dados de entrada digitais recebidos numa primeira secção e numa segunda secção,

um primeiro modulador (356) digital preparado para converter um primeiro valor de bit binário, na primeira secção dos dados de entrada digitais, num primeiro tom de áudio tendo uma primeira frequência (360) de áudio e para converter um segundo valor de bit binário, na primeira secção de dados de entrada digitais, num segundo tom de áudio tendo uma segunda frequência (358) de áudio;

um segundo modulador (362) digital com a funcionalidade de converter o primeiro valor de bit binário, na segunda secção dos dados de entrada digitais, num terceiro tom de áudio tendo uma terceira frequência (364) de áudio e para converter o segundo valor de bit binário, na segunda secção de dados de entrada digitais, num quarto tom de áudio tendo uma quarta frequência (366) de áudio; e

uma saída para emitir os tons de áudio para uma subsequente transmissão através de um canal de voz de uma rede de telecomunicações digital sem fios.

2. Modem compreendendo:

um codificador (350) de sinalização intrabanda multicanal de acordo com a reivindicação 1;

um primeiro descodificador (380) preparado para monitorizar o primeiro e segundo tons de áudio e reconverter quaisquer primeiros tons de áudio detectados para o primeiro valor de bit binário e reconverter quaisquer segundos tons de áudio detectados para o segundo valor de bit binário; e

um segundo descodificador (382) preparado para monitorizar o terceiro e quarto tons de áudio e reconverter quaisquer terceiros tons de áudio detectados para o primeiro valor de bit binário e reconverter quaisquer quartos tons de áudio detectados para o segundo valor de bit binário.

3. Modem de acordo com a reivindicação 2, incluindo meios (354, 384) de controlo com a funcionalidade de controlar o momento em que o primeiro e segundo moduladores (356, 362) geram tons de áudio e em que o primeiro e segundo descodificadores (380, 382) monitorizam os tons de áudio.

4. Modem de acordo com a reivindicação 3, em que os meios (354, 384) de controlo podem ser utilizados para levar a

cabo uma sessão de configuração com outro modem de sinalização intrabanda multicanal.

5. Modem de acordo com a reivindicação 3, em que os meios de controlo podem ser utilizados para controlar que bits nos dados digitais são convertidos em tons de áudio pelo primeiro e segundo moduladores (356, 362).

6. Modem de acordo com a reivindicação 2, incluindo:

um primeiro filtro (376) acoplado ao primeiro descodificador (380) e preparado para filtrar sinais fora de um intervalo de frequências do primeiro e segundo tons de áudio; e

um segundo filtro (378) acoplado ao segundo descodificador (382) e preparado para filtrar sinais fora de um intervalo de frequências do terceiro e quarto tons de áudio.

7. Sistema compreendendo o codificador de acordo com a reivindicação 1 e um conversor analógico para digital num telefone celular que processa sinais de voz humana, em que o codificador está acoplado ao conversor analógico para digital para que o primeiro ao quarto tons de áudio sejam introduzidos no referido conversor analógico para digital.

8. Telefone celular compreendendo o modem de acordo com a reivindicação 2.

9. Sistema compreendendo:

um codificador de acordo com a reivindicação 1;

um conversor digital para analógico preparado para converter o primeiro ao quarto tons de áudio em sinais analógicos, estando o conversor digital para analógico acoplado a uma entrada de voz de um telefone sem fios; e

um conjunto de circuitos de processamento de voz no telefone preparado para codificar e transmitir os sinais analógicos através do canal de voz da rede de telecomunicações.

10. Descodificador (375) de sinalização intrabanda multicanal para decodificar dados transmitidos através de um canal de voz de uma rede de telecomunicações sem fios, compreendendo o decodificador (375):

um primeiro decodificador (380) digital com a funcionalidade de monitorizar o primeiro e segundo tons de áudio, respectivamente, tendo uma primeira e segunda frequências (360, 358) de áudio e de converter quaisquer primeiros tons de áudio detectados num primeiro valor de bit binário e de converter quaisquer segundos tons de áudio detectados num segundo valor de bit binário; e

um segundo decodificador (382) digital com a funcionalidade de monitorizar o terceiro e quarto tons de áudio, respectivamente, tendo uma terceira e quarta frequências (364, 366) de áudio e de converter quaisquer terceiros tons de áudio detectados no primeiro valor de bit binário e de converter quaisquer

quartos tons de áudio detectados no segundo valor de
bit binário

Lisboa, 25 de Maio de 2009

FIG. 1

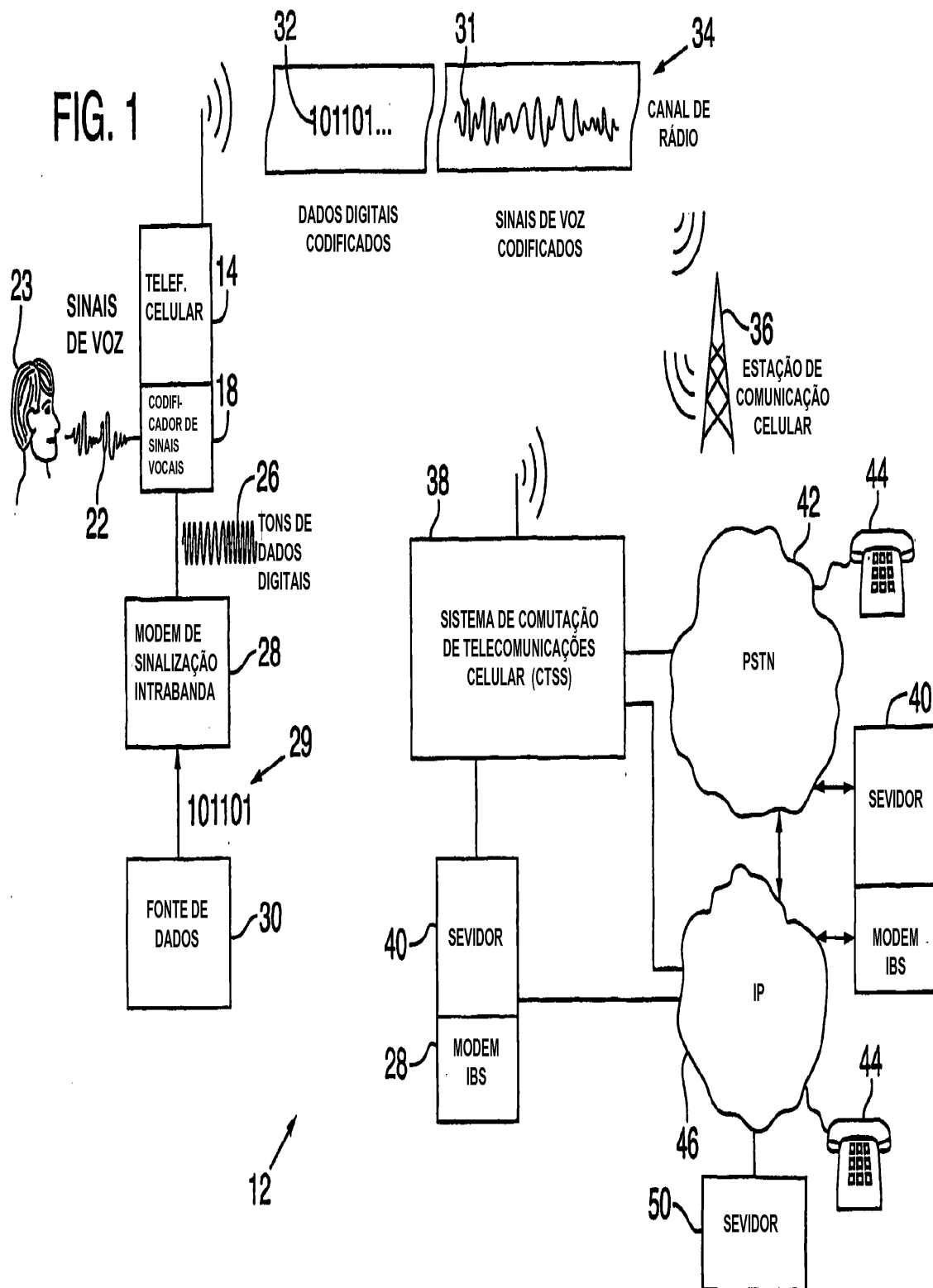
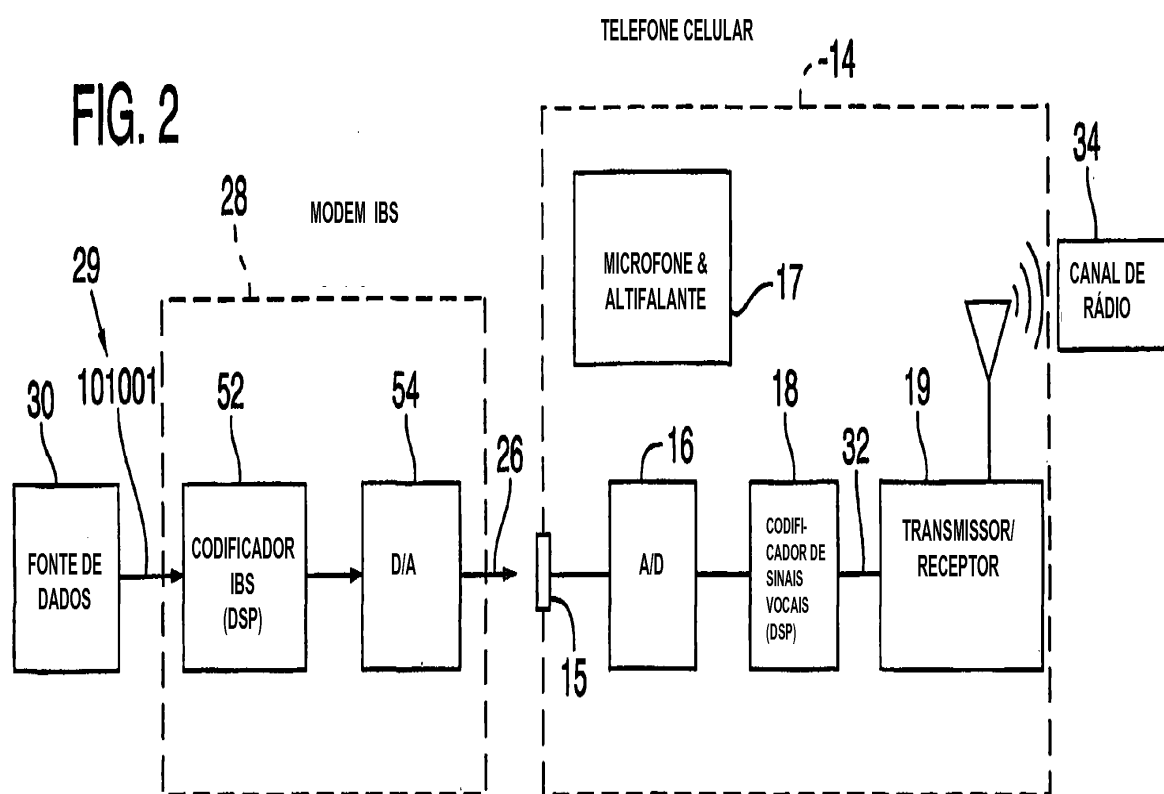
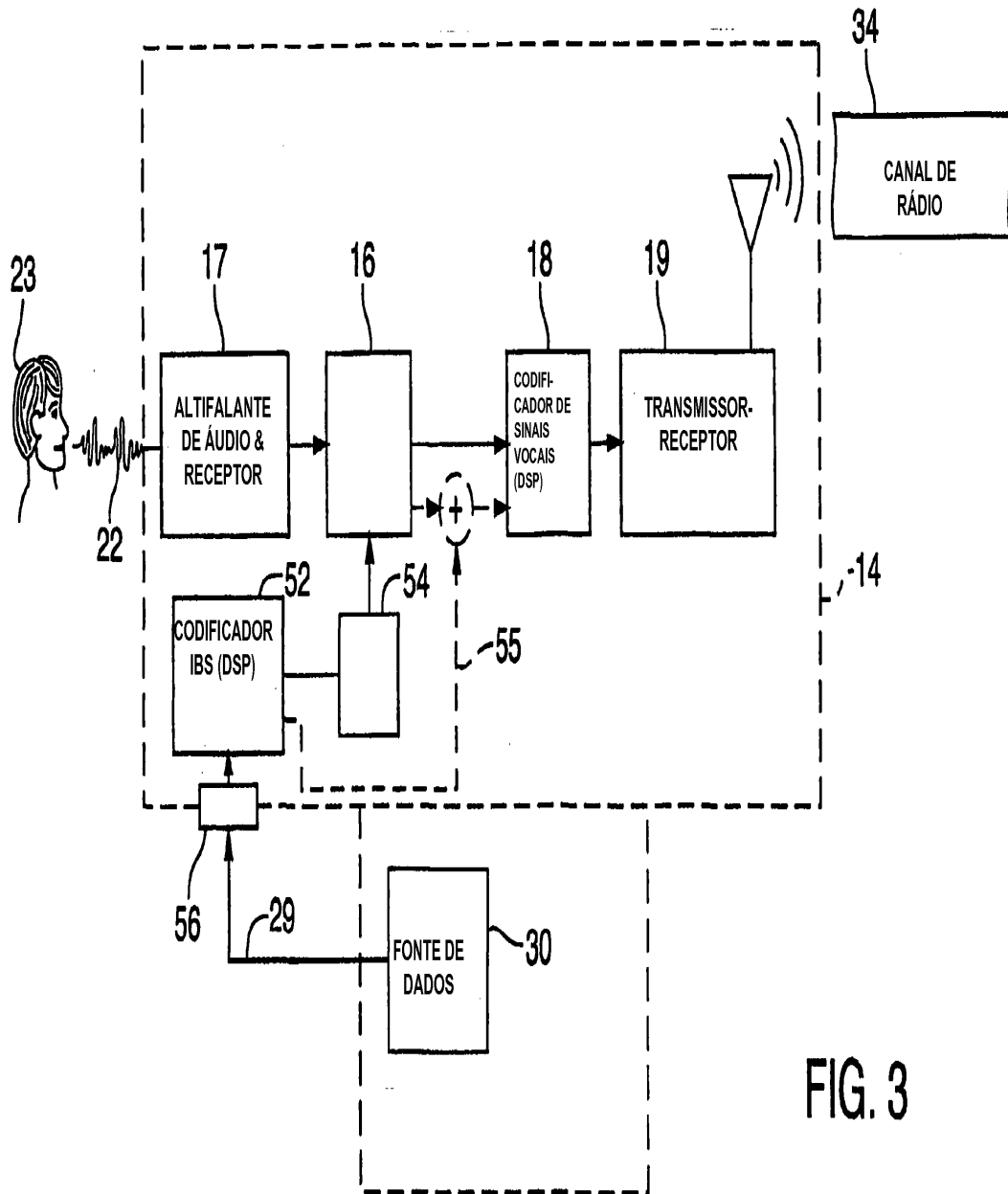


FIG. 2



TELEFONE CELULAR COM MODEM IBS IN TERNO



NO INTERIOR OU EXTERIOR DE UM TELEFONE CELULAR

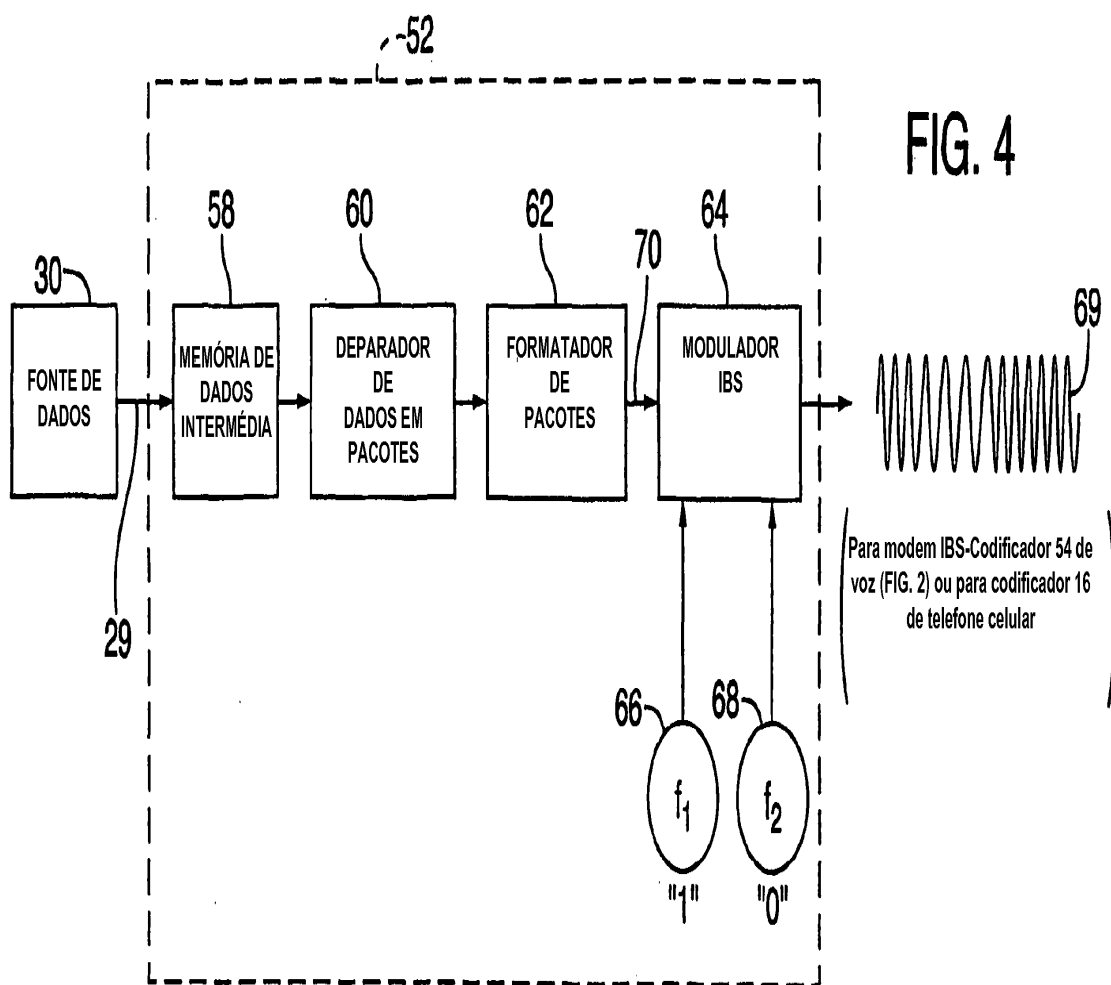
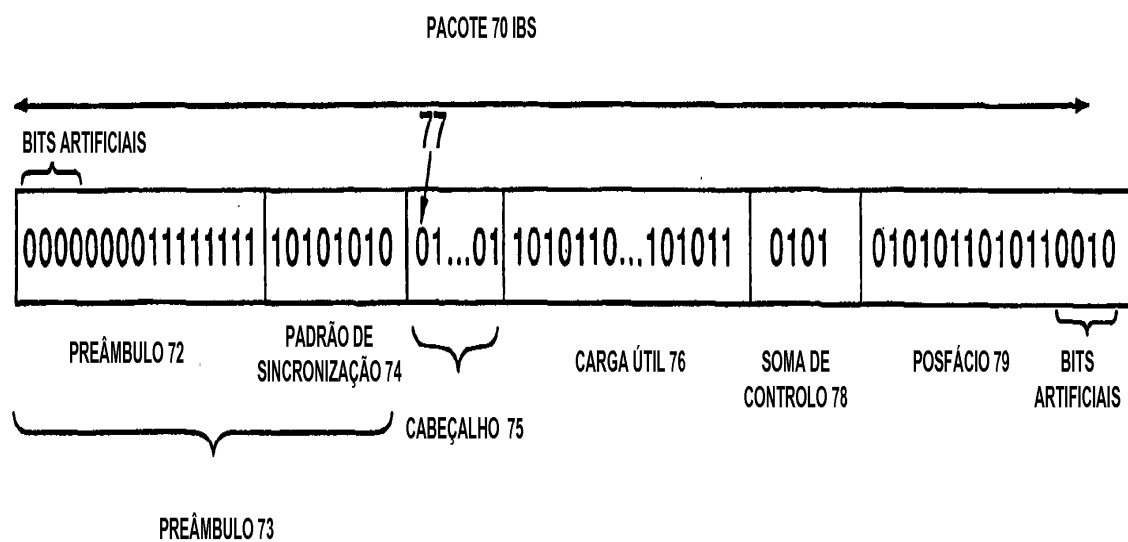
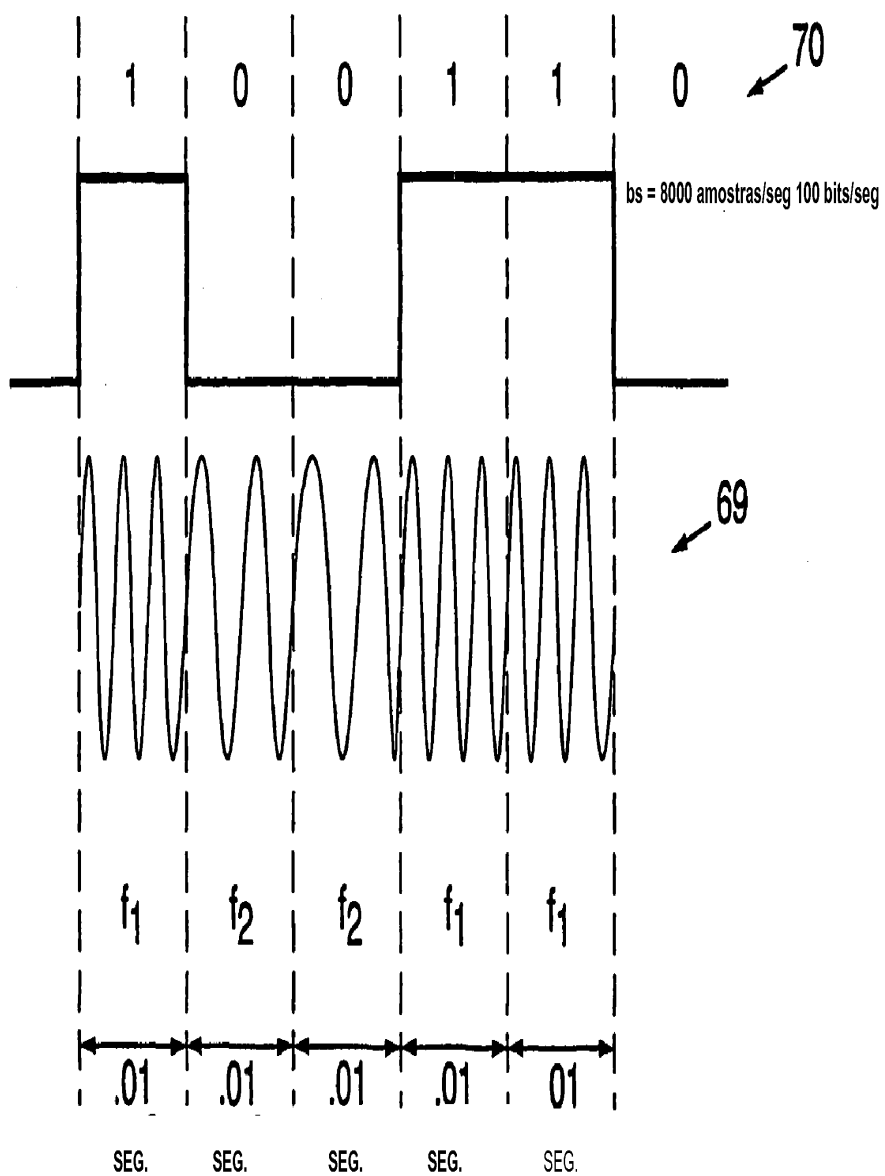


FIG. 5



TONS DE DADOS DIGITAIS
EMITIDOS PELO MODEM IBS

FIG. 6



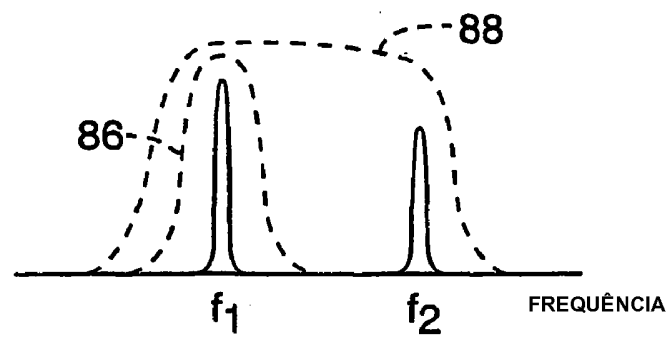
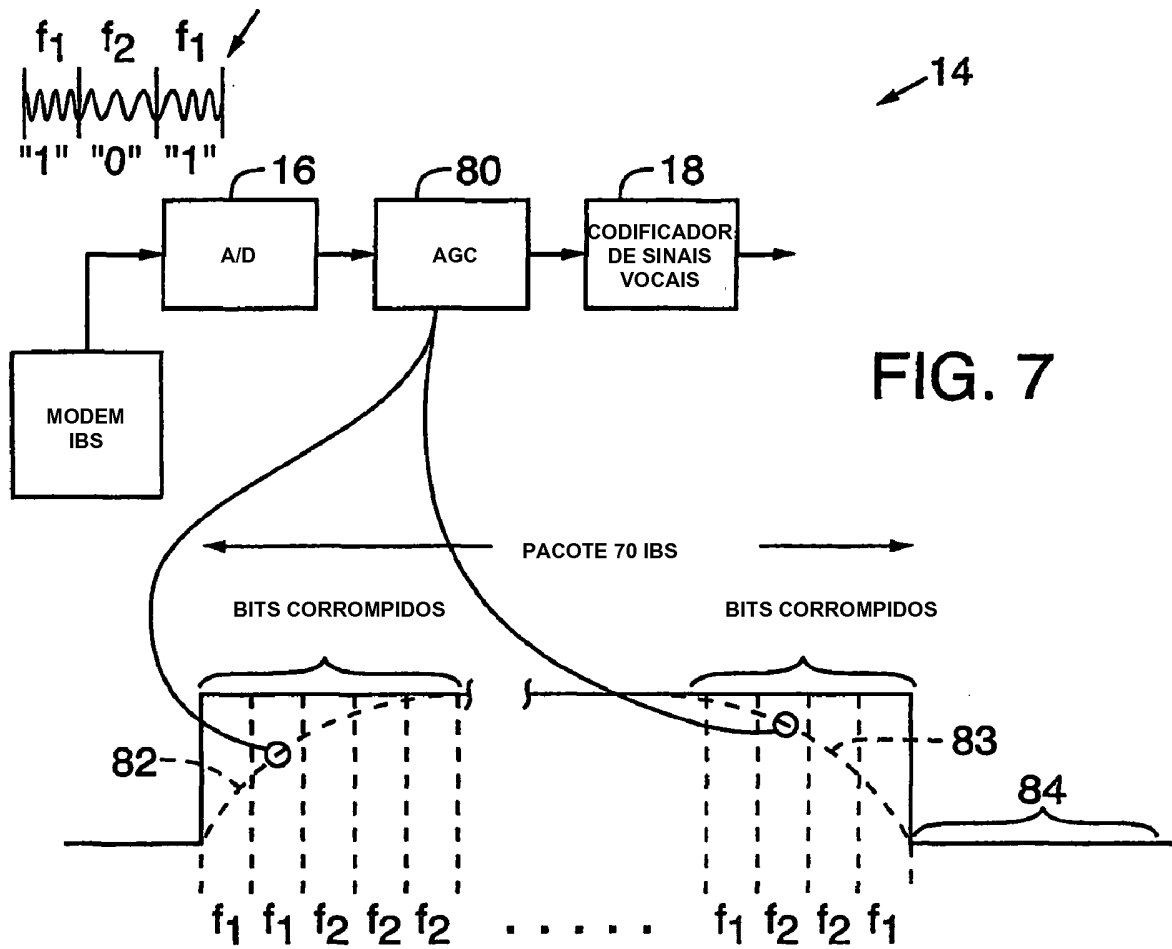


FIG. 8

CONJUNTO DE CIRCUITOS DE RECEPÇÃO DE CANAL DE ÁUDIO (TELEFONE CELULAR OU CTSS)

FIG. 9

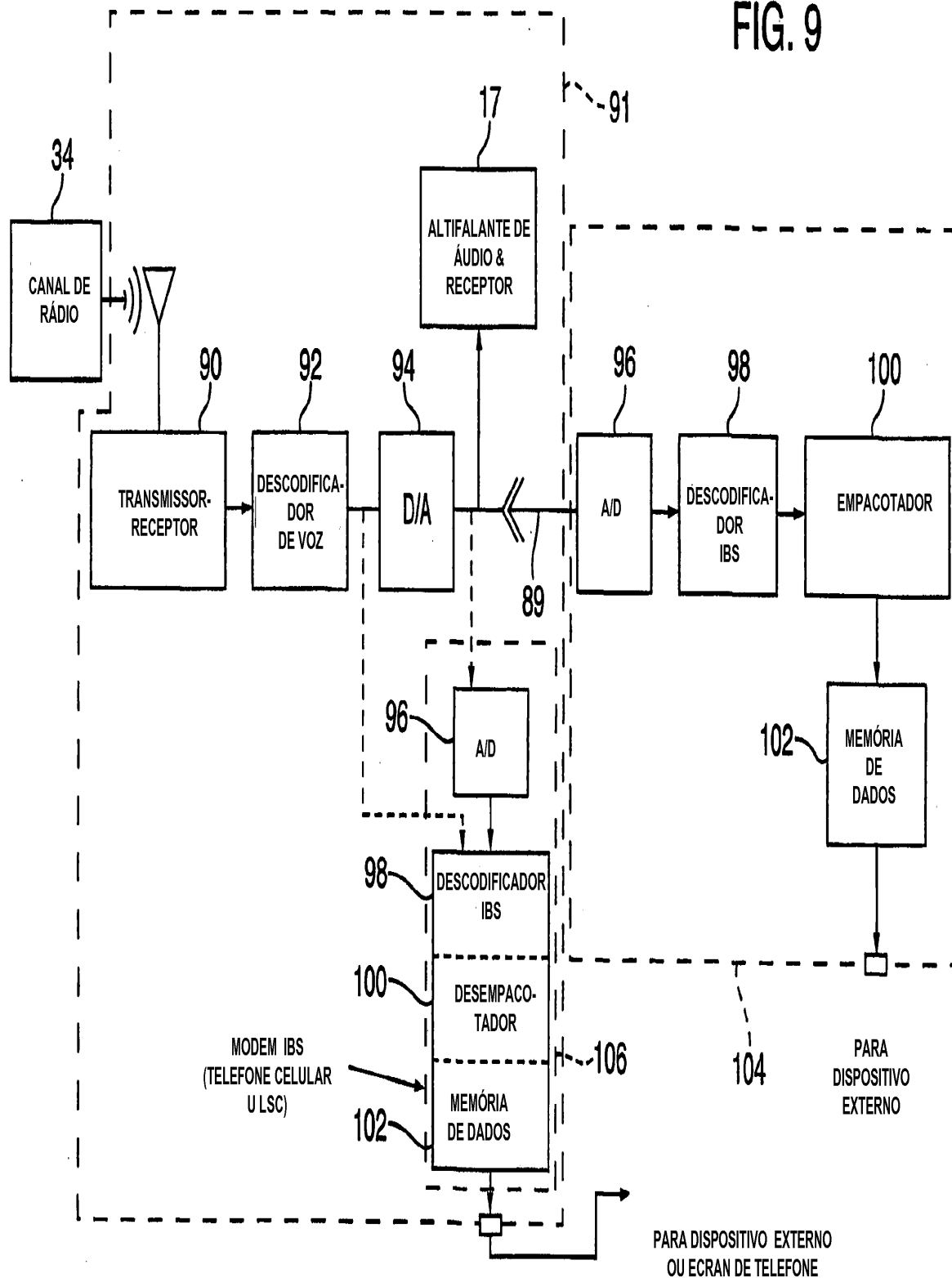
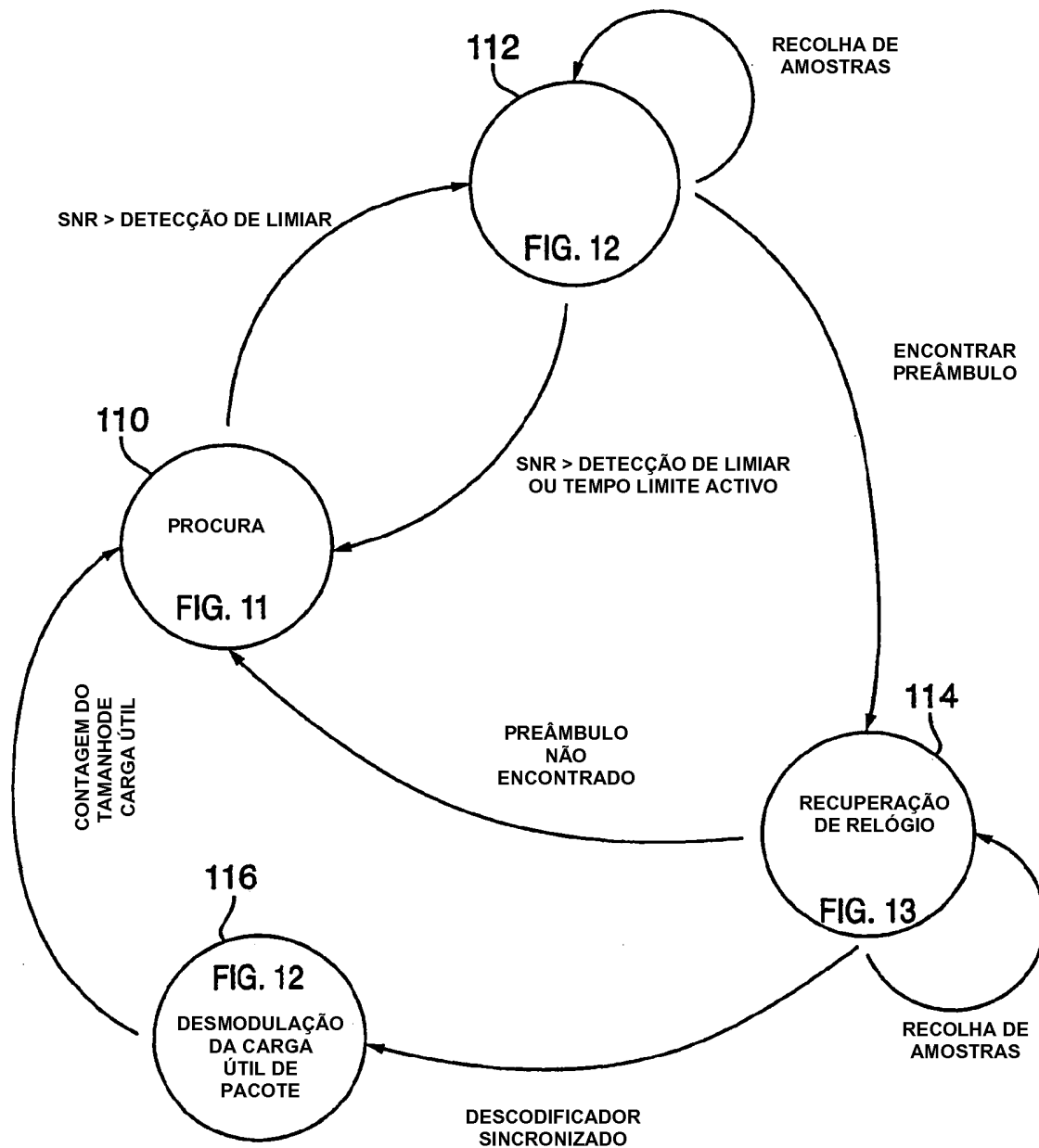
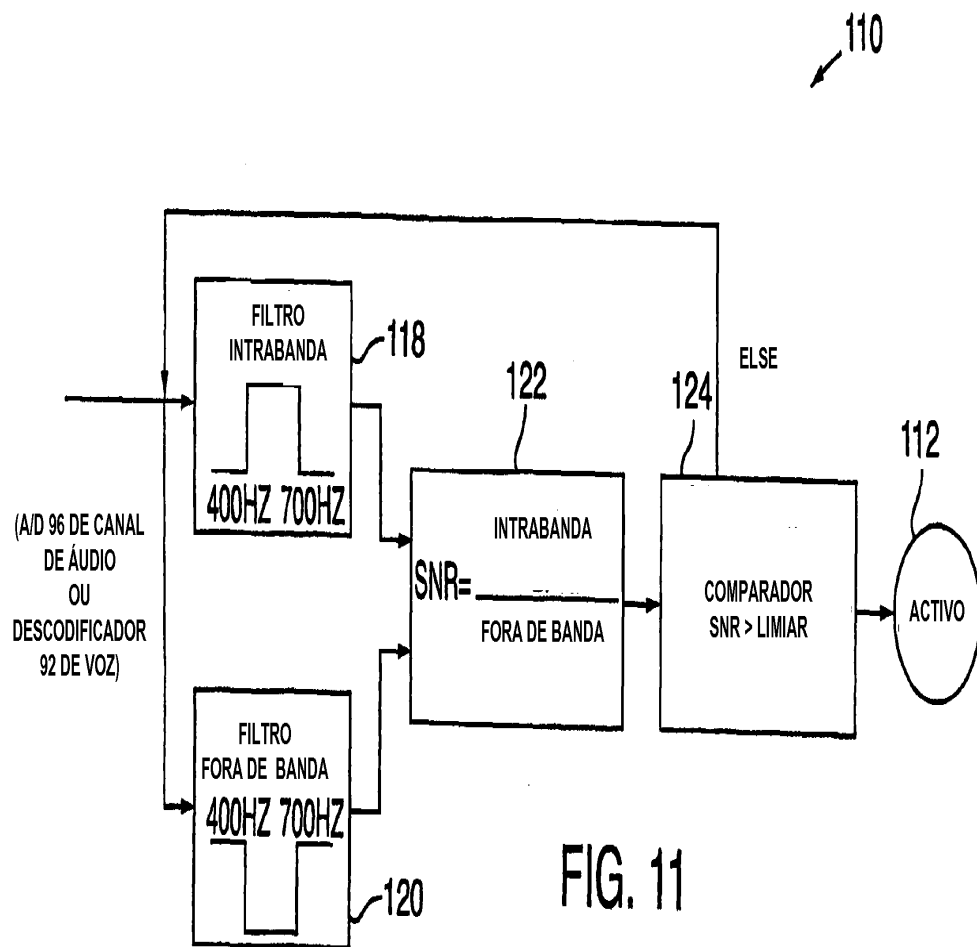


DIAGRAMA DE
ESTADOS PARA
DESCODIFICADOR IBS 98

FIG. 10



ESTADO DE PROCURA DE DESCODIFICADOR IBS



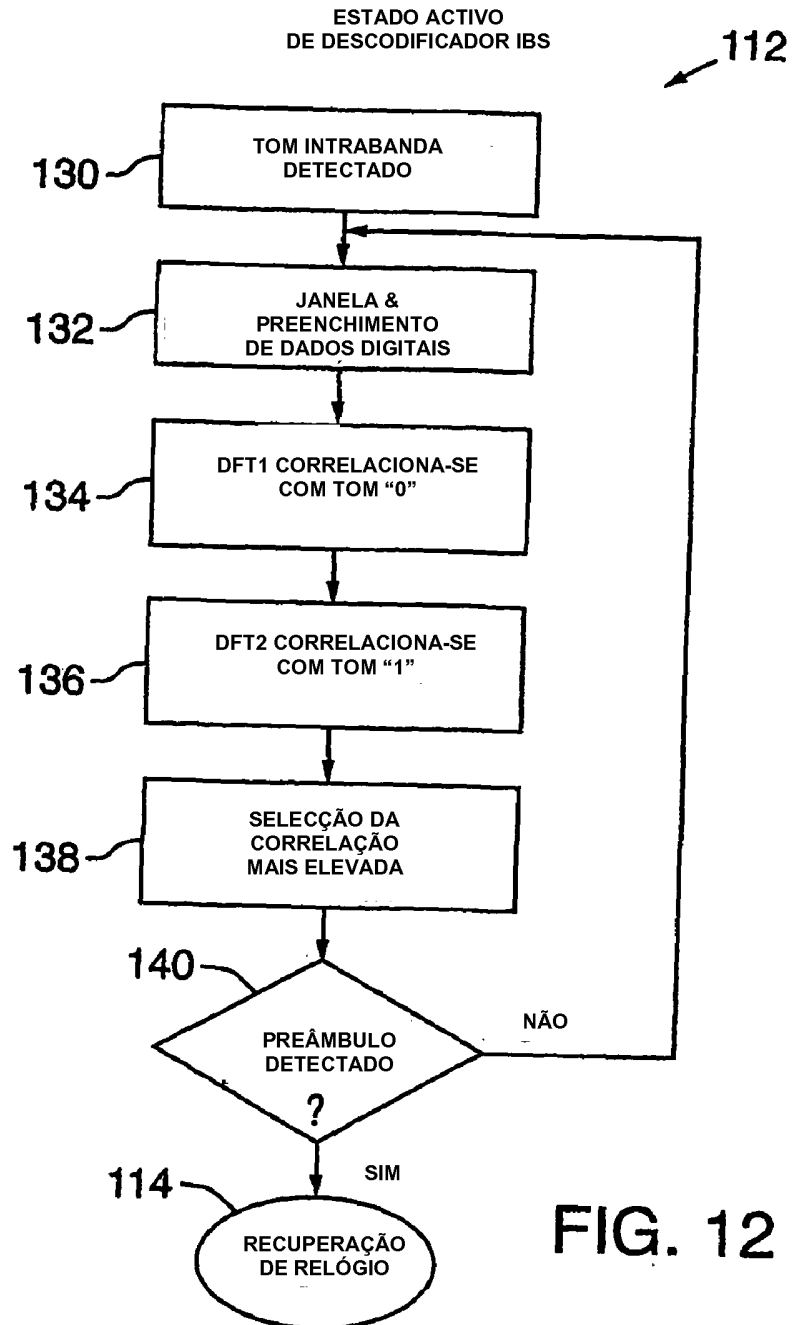
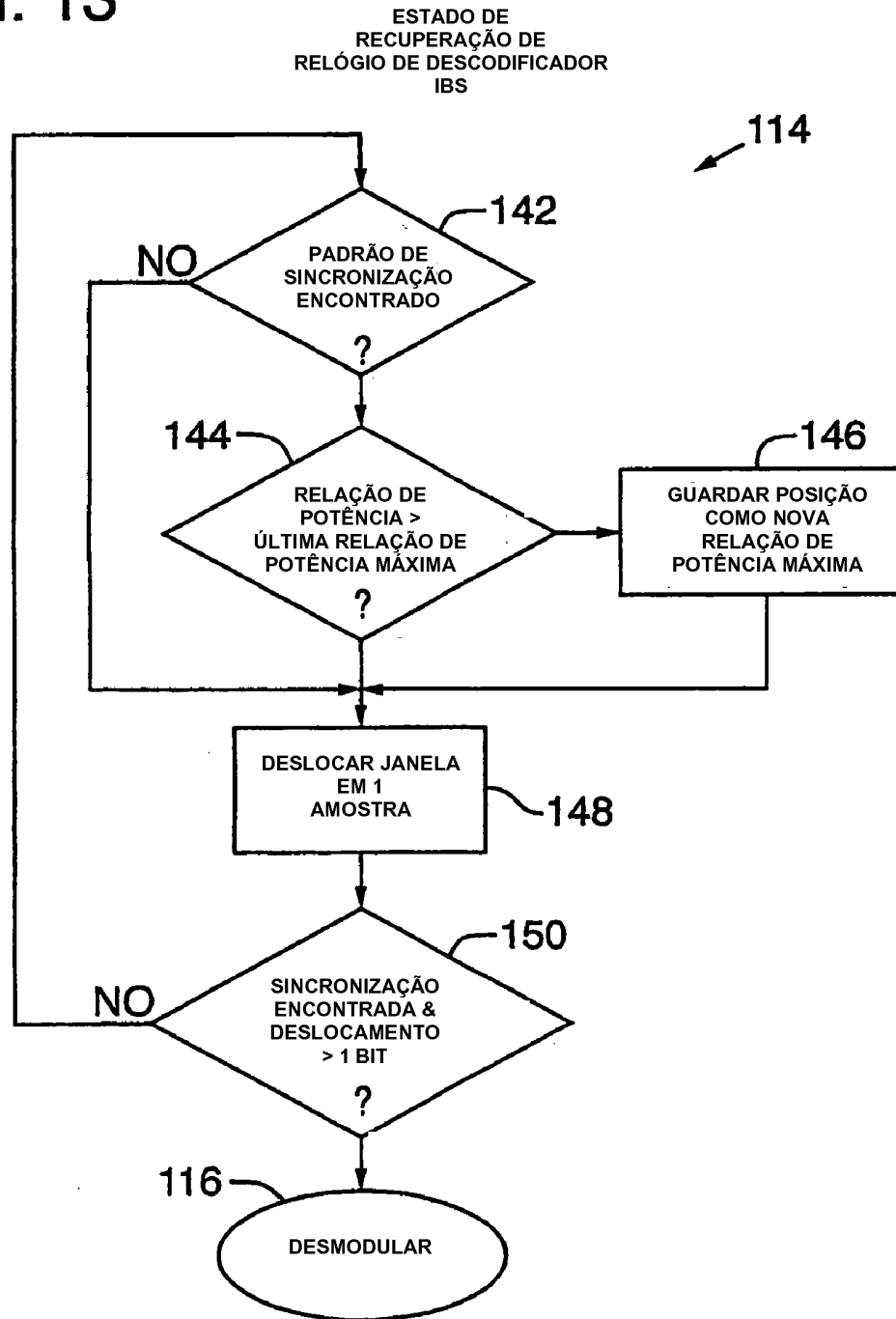


FIG. 13



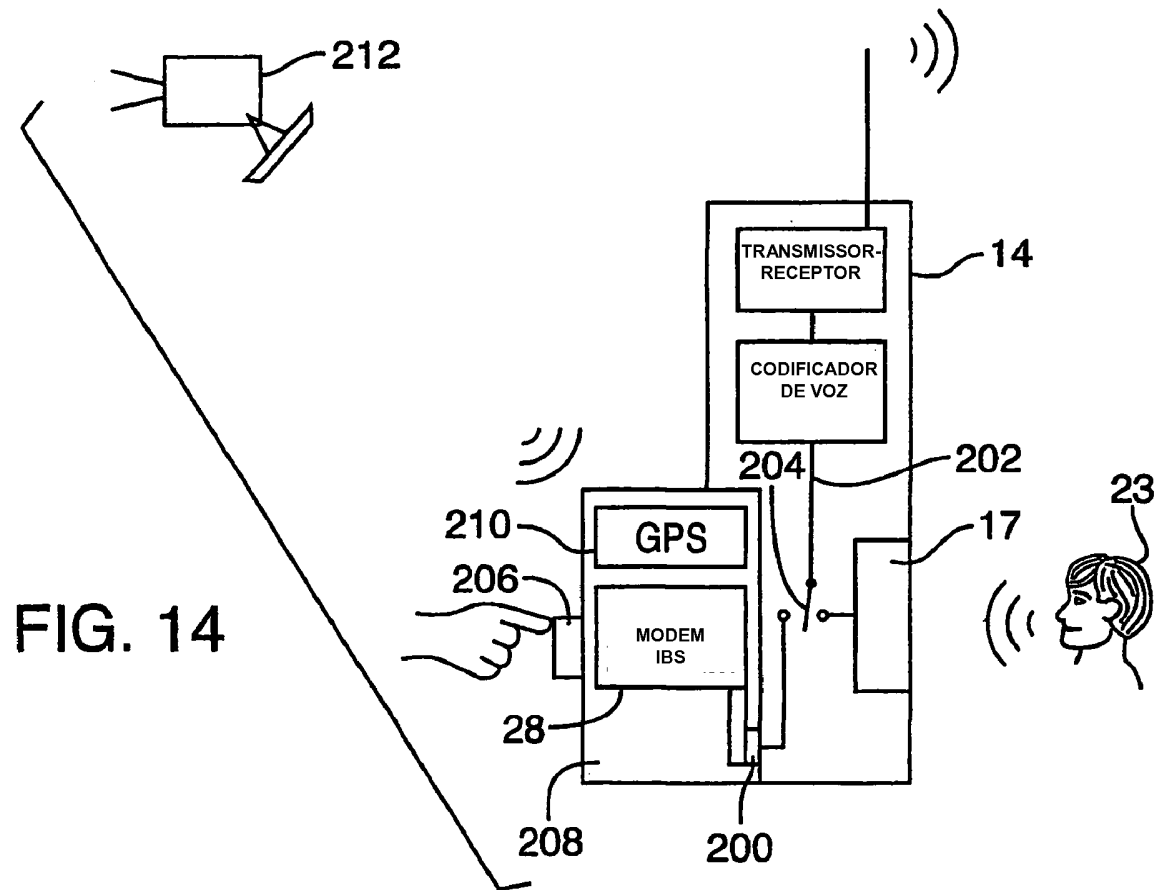
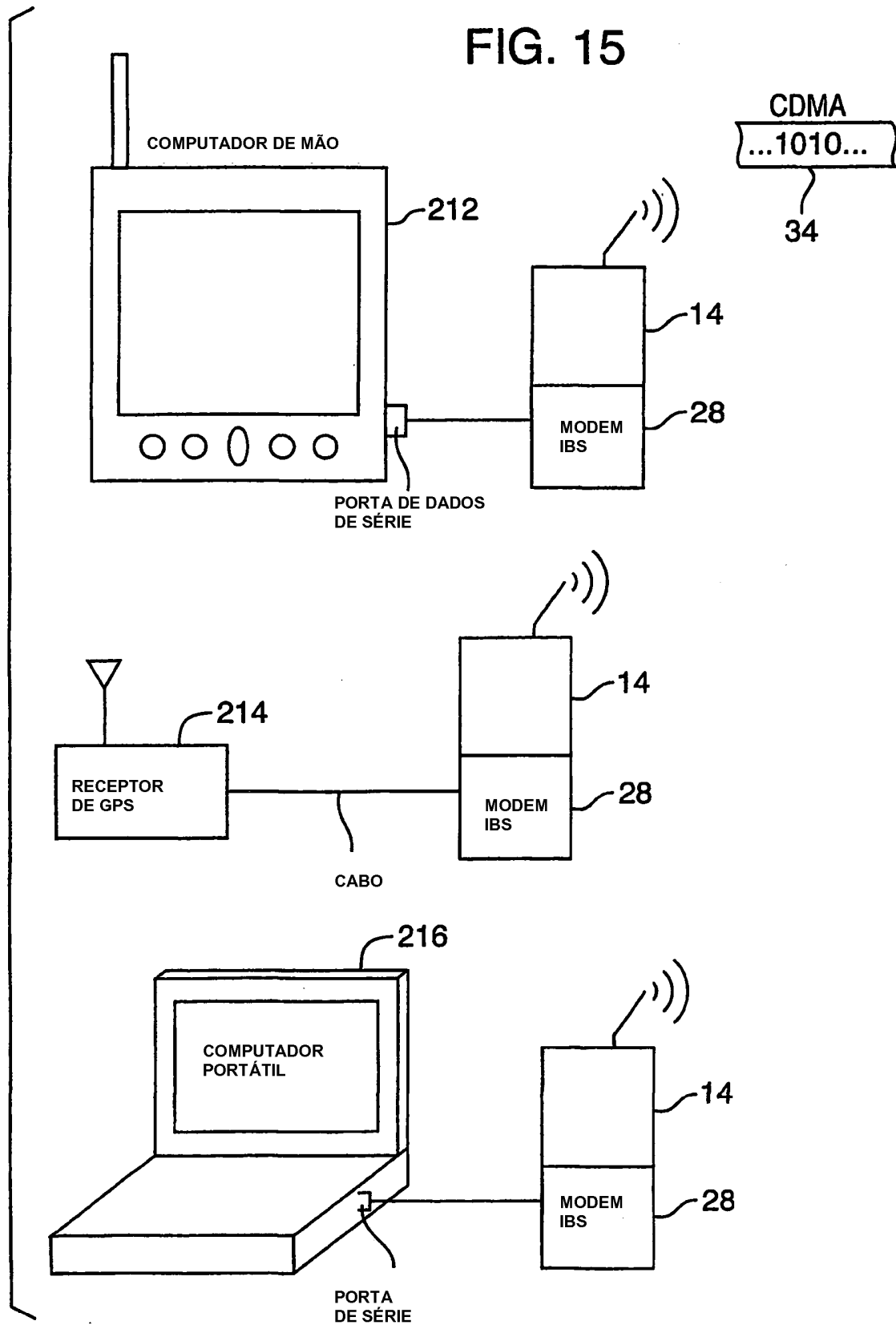


FIG. 15



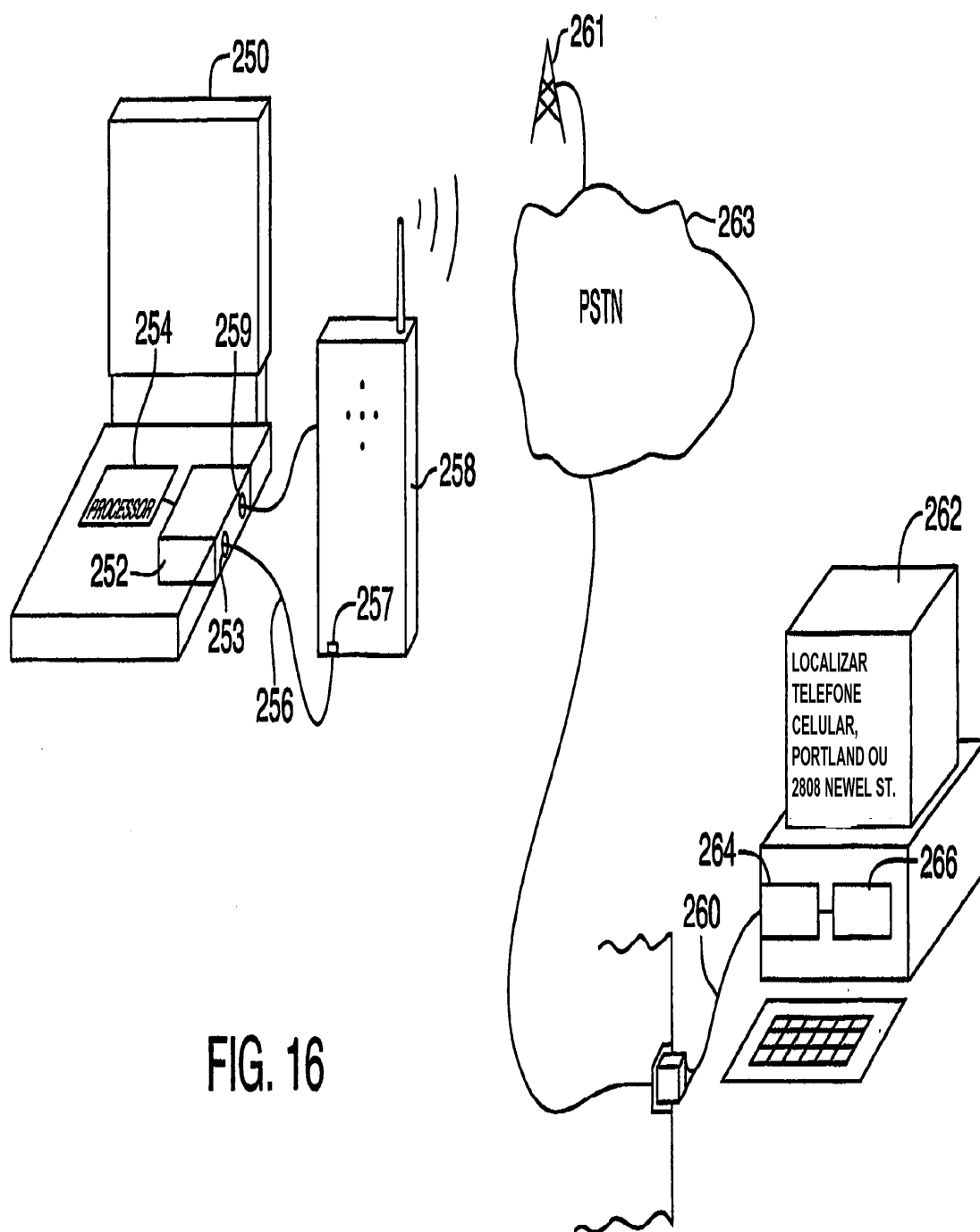


FIG. 16

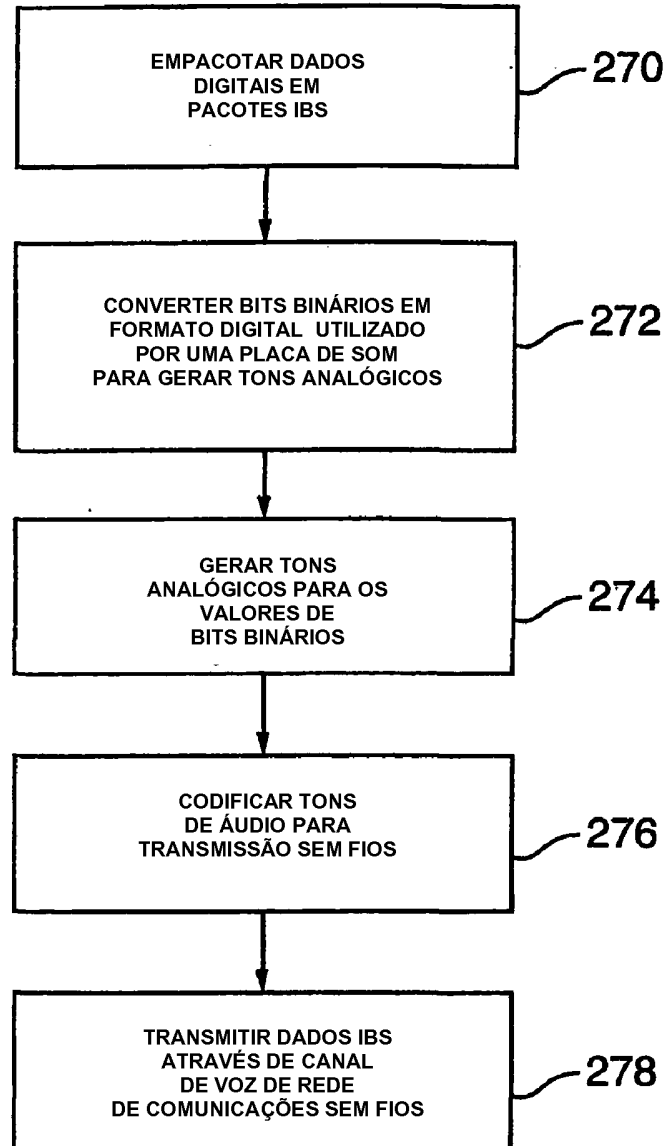


FIG. 17

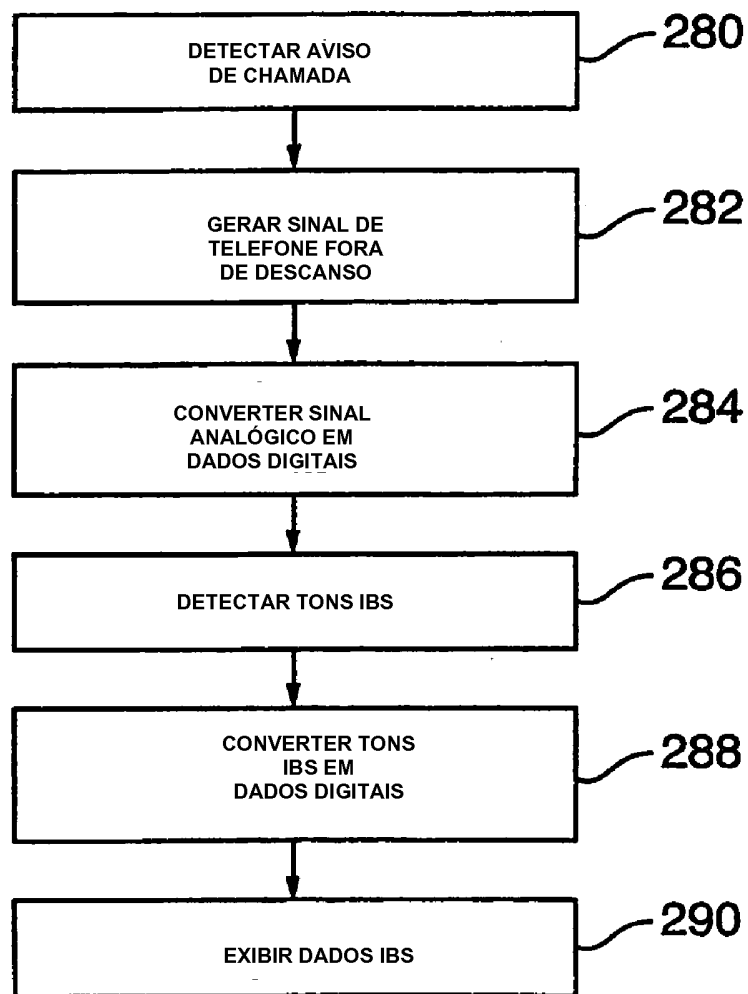


FIG. 18

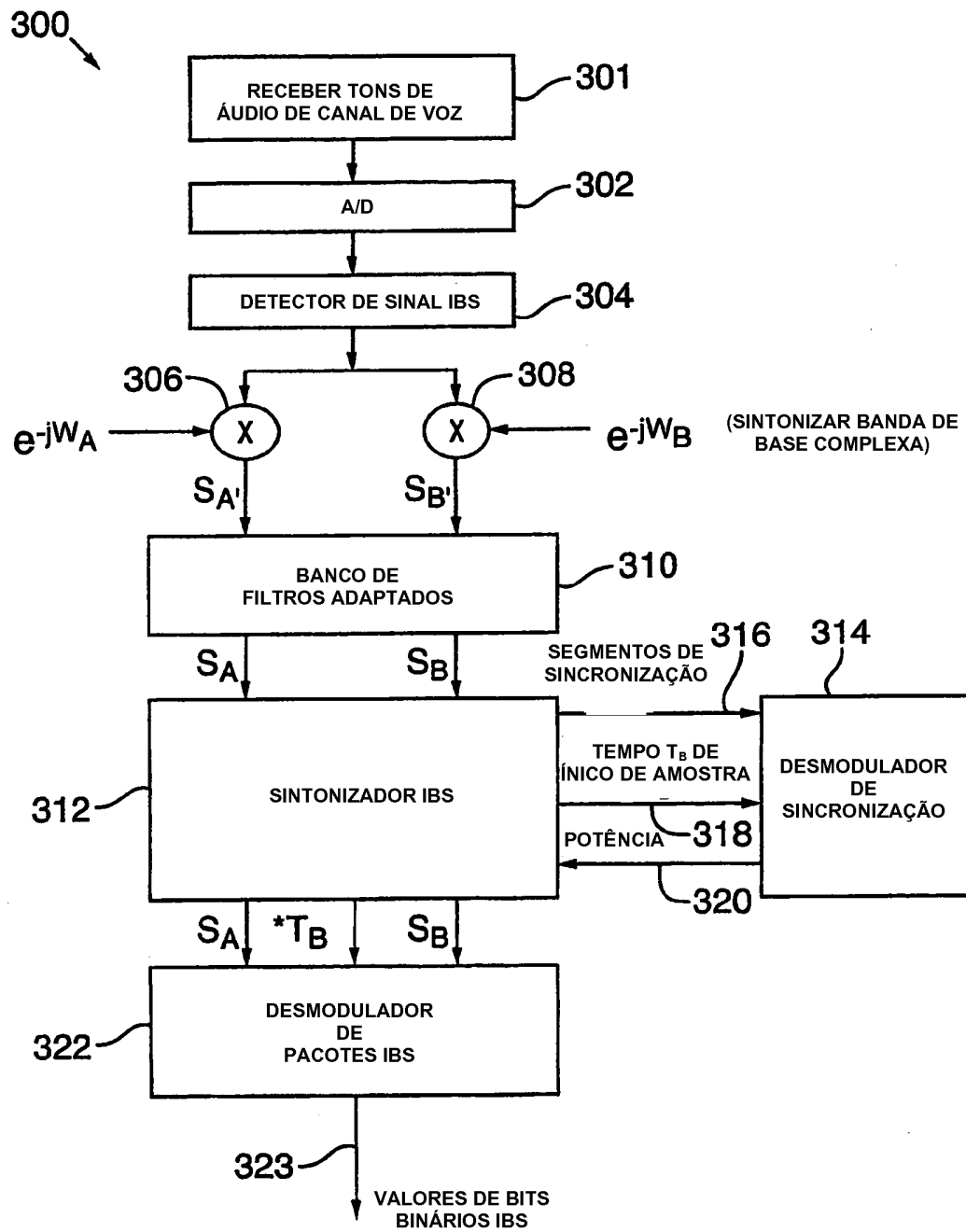


FIG. 19

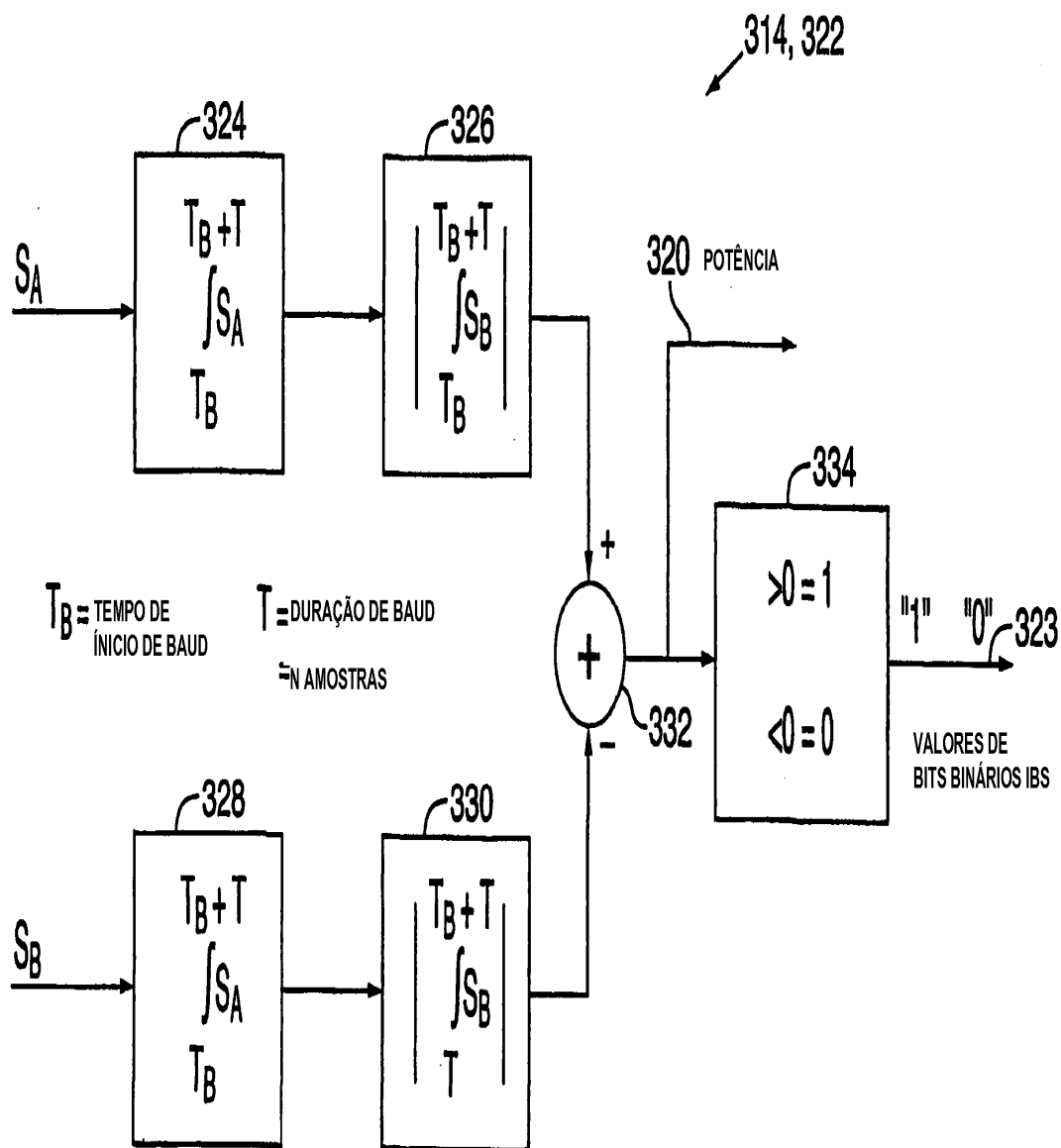


FIG. 20

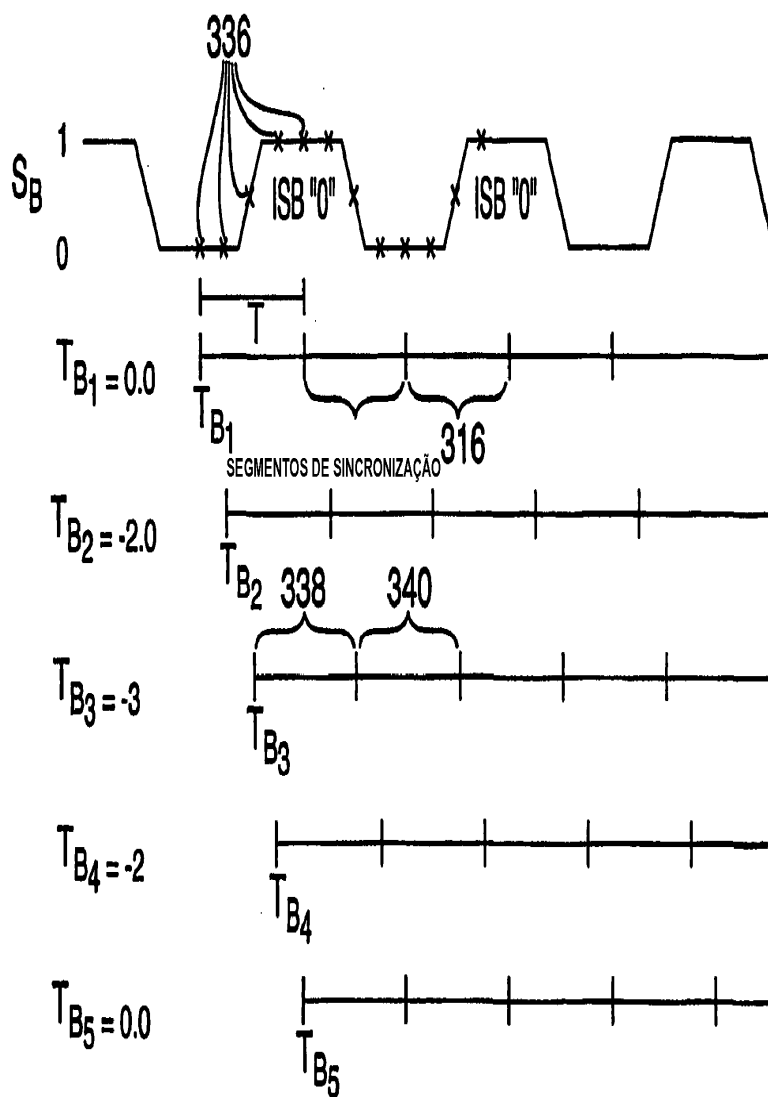
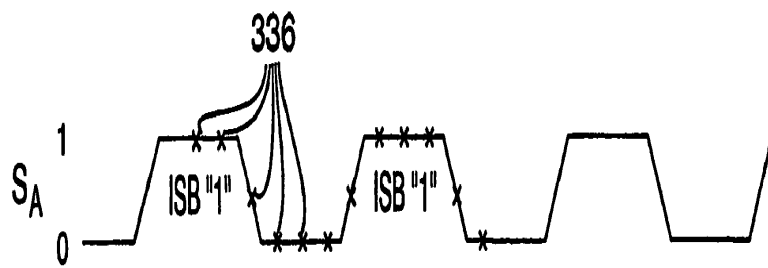


FIG. 21

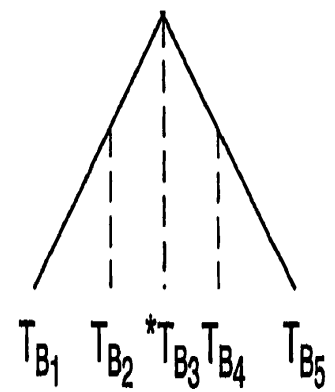


FIG. 22

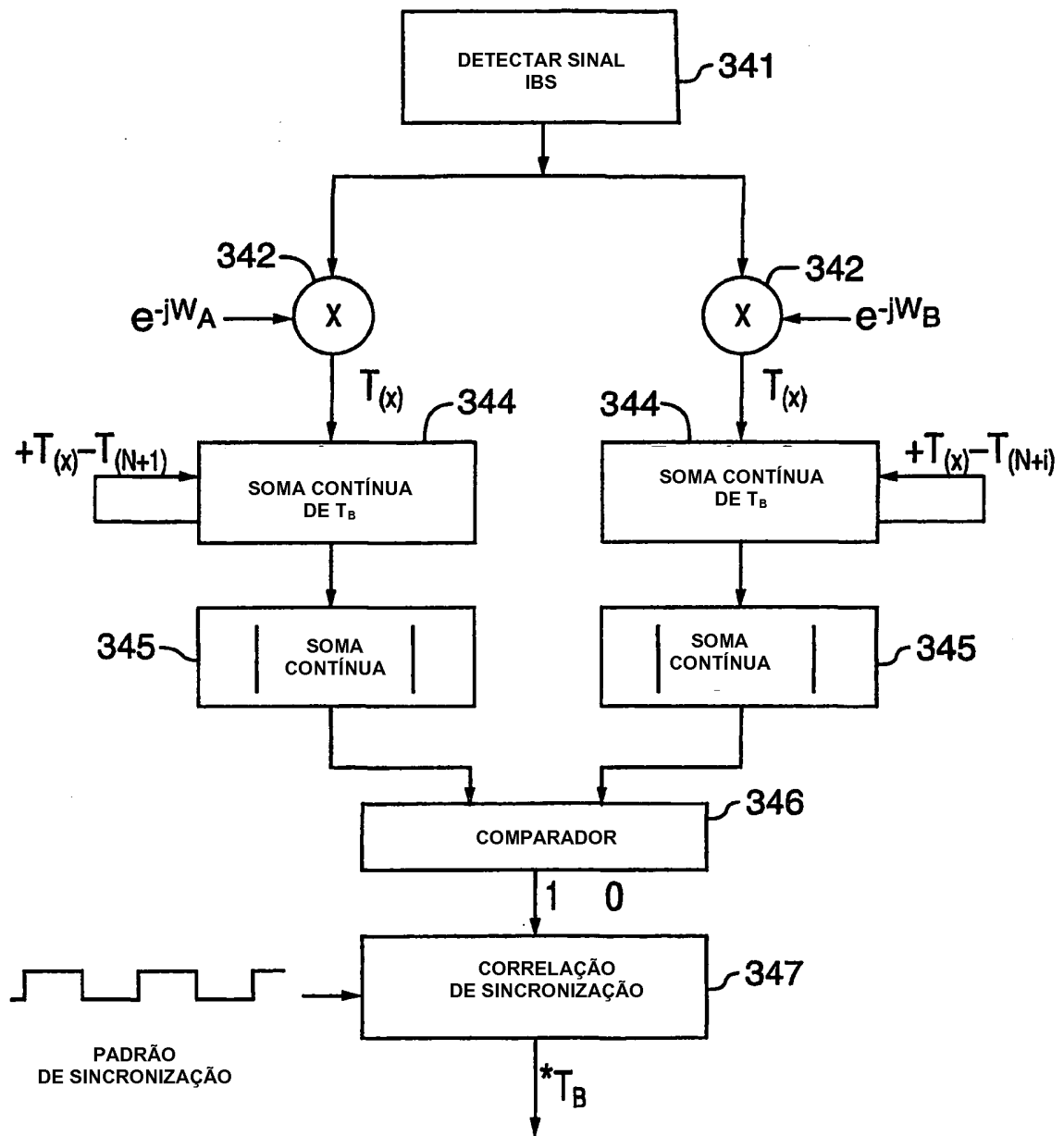


FIG. 23

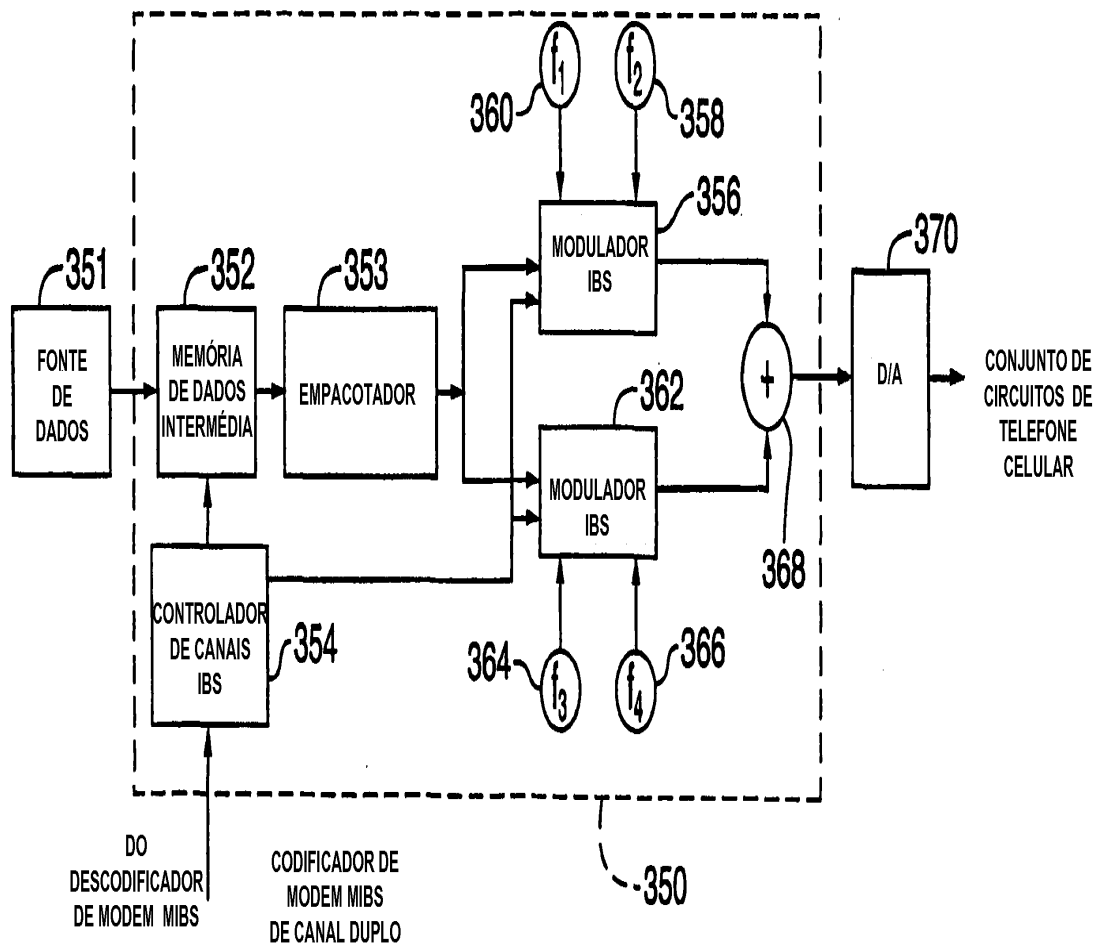
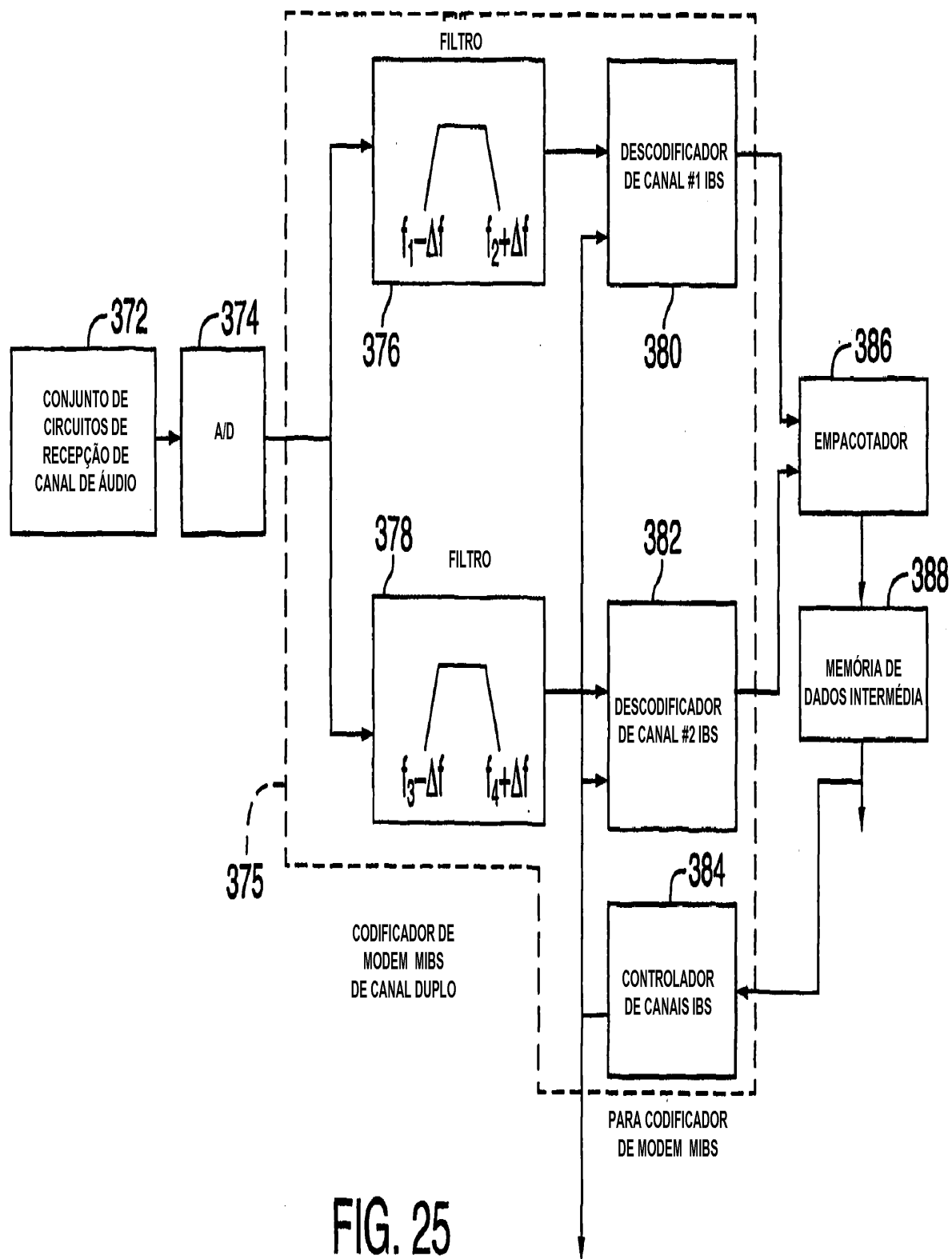
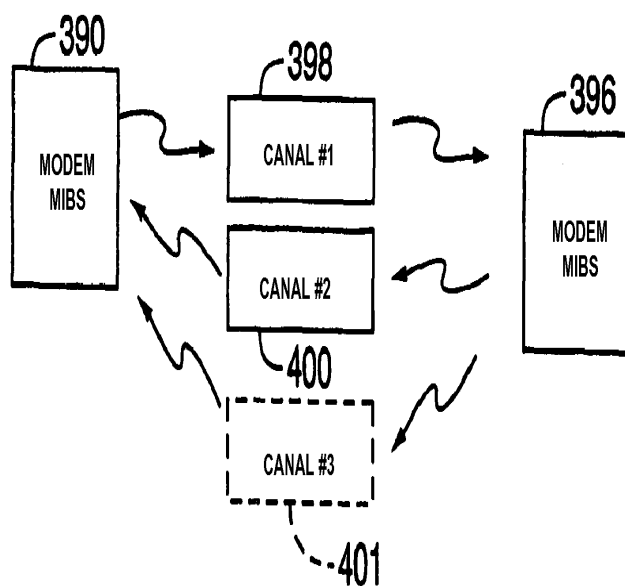
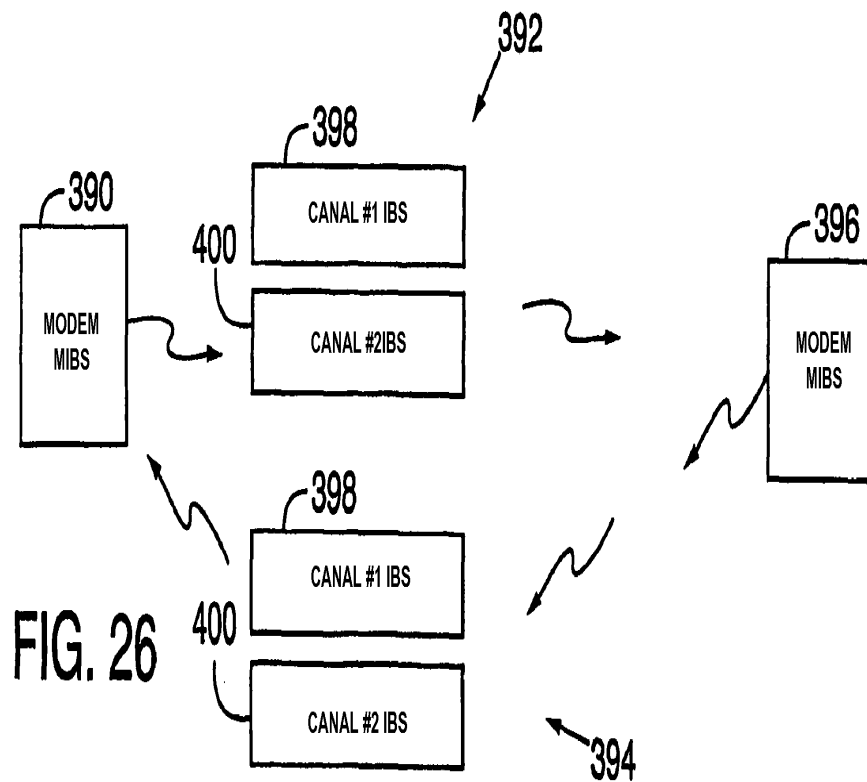


FIG. 24





RESUMO

"SINALIZAÇÃO INTRABANDA MELHORADA PARA COMUNICAÇÃO DE DADOS EM REDES DE TELECOMUNICAÇÕES DIGITAIS SEM FIOS"

Um modem de sinalização intrabanda comunica dados digitais através de um canal de voz de uma rede de telecomunicações sem fios. Uma entrada recebe dados digitais. Um codificador converte os dados digitais em tons de áudio que sintetizam características de frequência da fala humana. Os dados digitais também são codificados para impedir que o conjunto de circuitos de codificação de voz na rede de telecomunicações corrompa os tons de áudio sintetizados que representam os dados digitais. Em seguida, uma saída emite os tons de áudio sintetizados para um canal de voz de uma rede de telecomunicações digital sem fios.