

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2002.03.15	(73) Titular(es): NOKIA CORPORATION	
(30) Prioridade(s): 2001.03.16 FI 20010533	KEILALAH DENTIE 4 02150 ESPOO	FI
(43) Data de publicação do pedido: 2004.01.28	(72) Inventor(es): BERTHIER LEMIEUX	FI
(45) Data e BPI da concessão: 2007.05.02 028/2007	(74) Mandatário: MARIA SILVINA VIEIRA PEREIRA FERREIRA RUA CASTILHO, N.º 50, 5º - ANDAR 1269-163 LISBOA	PT

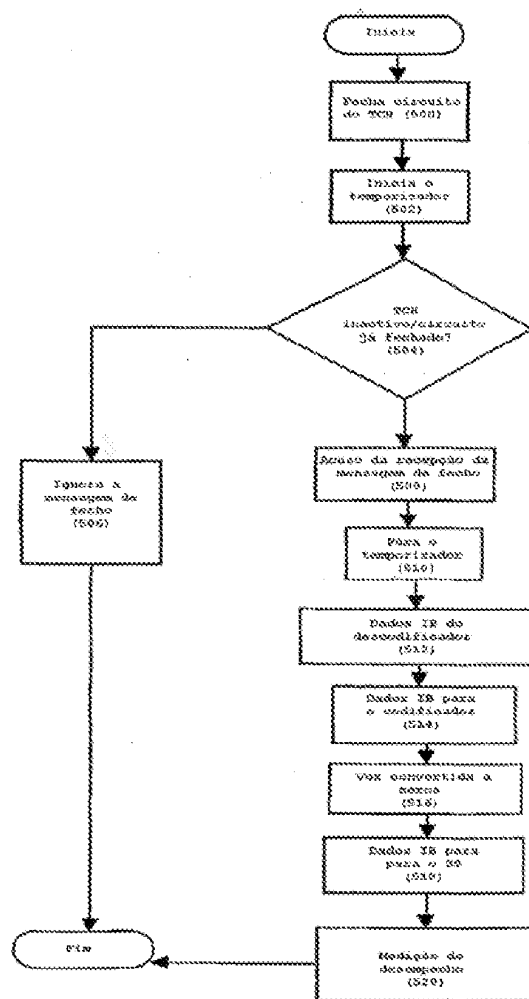
(54) Epígrafe: **CIRCUITOS DE TESTE PARA CODECS DE CANAL**

(57) Resumo:
CIRCUITOS DE TESTE PARA CODECS DE CANAL

RESUMO

"CIRCUITOS DE TESTE PARA CODECS DE CANAL"

Um processo para a medição do desempenho da descodificação num sistema de telecomunicações, que compreende um descodificador e um dispositivo de teste, destinado a fornecer dados de teste ao descodificador. Dados de teste, que compreendem parâmetros de voz codificados por canal e um campo de dados internos da banda num formato de quadro, são gerados no dispositivo de teste e transmitidos para o descodificador, a fim de serem descodificados. O descodificador extrai pelo menos uma parte do campo de dados internos da banda de retorno ao dispositivo de teste. O desempenho da descodificação é medido por meio da comparação do campo de dados internos da banda transmitido, com o campo de dados internos da banda recebido no dispositivo de teste.



DESCRIÇÃO
"CIRCUITOS DE TESTE PARA CODECS DE CANAL"

A invenção refere-se a um processo para a medição do desempenho da descodificação num sistema de telecomunicações.

Nas telecomunicações digitais sem-fios, a informação analógica da voz tem de ser codificada em formato digital e depois fixada por meio de codificação de canal, antes da transmissão, para assegurar uma qualidade vocal adequada, quando se recebe o sinal. Na codificação de voz tradicional do GSM (*Global System Mobile Communications* - Sistema Global de Comunicações Móveis), por exemplo, os codecs de voz têm uma velocidade fixa. No sistema GSM tem estado em uso dois codecs de voz, um codec de voz de velocidade total e um codec de voz de meia velocidade. Os codecs de voz de velocidade total têm a velocidade de bits de saída de 13 ou de 12,2 kbits/s, enquanto que o codec de voz de meia velocidade apresenta a velocidade de bits de saída de 5,6 kbits/s. Estes bits de saída, que representam os parâmetros de voz codificada, são introduzidos no codificador de canal. A codificação do canal é o conjunto de funções responsáveis pela adição da redundância à sequência de informação. A codificação é geralmente executada com um número fixo de bits de entrada. A velocidade de bits de saída do codificador de canal é ajustada para 22,8 kbits/s no canal de tráfego de velocidade total ou, respectivamente, para 11,4 kbits/s no canal de tráfego de meia velocidade.

Portanto, todos os codecs tradicionais do GSM funcionam com uma repartição fixa entre as velocidades de bits da voz e da codificação do canal, independentemente da qualidade do canal. Essas velocidades de bits nunca mudam, a menos que tenha lugar uma mudança do canal de tráfego, o que além disso é um processo lento. Consequentemente, essa abordagem bastante inflexível tendo em vista, por um lado, a qualidade desejável da voz e por outro lado a capacidade de optimização do sistema, levou ao desenvolvimento do codec AMR (*Adaptative Multi-Rate* - Multivelocidade Adaptativa).

O codec AMR adapta a repartição entre a velocidade de bits da voz e a da codificação de canal de acordo com a qualidade do canal, a fim de proporcionar a melhor qualidade geral da voz possível. O codificador de voz AMR consiste num codificador de voz multivelocidades, num esquema de velocidades controlado na fonte, que inclui um detector de actividade de voz e um sistema gerador de ruído de conforto e um mecanismo de redução de erros para combater os efeitos dos erros de transmissão e de pacotes perdidos. O codificador de voz multivelocidades é um codec de voz integrado único com oito fontes de velocidade situadas entre 4,75 kbits/s e 12,2 kbt/s e um modo de codificação com uma baixa taxa de ruído de fundo.

Existem diversos critérios de desempenho estabelecidos para os codecs usados, por exemplo no sistema GSM, cujo desempenho pode ser medido por meio de, por exemplo, a proporção de apagamento de quadros (FER - *Frame Erasure Ratio*), a proporção de erros de bit (BER - *Bit Error Ratio*) ou a proporção de erros de bit residuais (RBER - *Residual Bit Error Rate*) dos dados recebidos através de qualquer canal de tráfego (TCH - *Traffic Channel*). Além disso, para

permitir automatizar a medição do desempenho, foi desenvolvido um conjunto de circuitos de teste. Um conjunto de circuitos de teste predefinidos é implementado na estação móvel ligada a um simulador de sistema. O simulador de sistema activa um circuito de teste específico e inicia a introdução de dados de teste, seja aleatórios, seja predeterminados, no codec. A estação móvel estabelece um circuito de retorno, para o simulador de sistema, dos dados obtidos após a execução da descodificação do canal. O simulador de sistema é então capaz de comparar os dados recebidos através do circuito de retorno com os dados enviados. Dessa forma, o desempenho da parte de descodificador de canal do codec, por exemplo, pode ser medida em relação a diversos critérios.

O problema envolvido com o dispositivo descrito acima é que esses circuitos de teste são desenhados para serem especialmente adequados para os codecs GSM anteriores. O codec AMR, no entanto, inclui características, que não estão envolvidas nos codecs anteriores e por isso, nem todas as características do codec AMR podem ser testadas por meio da utilização dos circuitos de teste conhecidos.

Breve descrição da invenção

O objecto da invenção é portanto fornecer um processo e um dispositivo aperfeiçoados para evitar pelo menos alguns dos problemas acima. Os objectos da invenção são atingidos por meio de um processo e de um dispositivo, os quais são caracterizados naquilo que é definido nas reivindicações independentes. As formas de realização preferidas da invenção são descritas nas reivindicações dependentes.

A invenção baseia-se na ideia de que, quando o desempenho da descodificação é determinado num sistema de telecomunicações, que compreende um descodificador e um dispositivo de teste para fornecer dados de teste ao descodificador, a medição é iniciada por meio da geração de dados de teste no dispositivo de teste, dados de teste esses que compreendem parâmetros de voz e um campo de dados internos da banda, os quais são codificados para o canal num formato de quadro, de preferência formato de quadros de voz, que são então transmitidos para o descodificador a fim de serem codificados. O descodificador extrai pelo menos uma parte do campo de dados internos da banda dos dados de teste descodificados e transmite pelo menos a parte do campo de dados internos da banda de retorno para o dispositivo de teste, pelo que não são transmitidos nenhuns parâmetros de voz nem quaisquer outros dados. O desempenho da codificação é então determinado por meio de comparação do campo de dados internos da banda transmitido com o campo de dados internos da banda recebido no dispositivo de teste.

Uma vantagem do processo e do dispositivo de acordo com a invenção é que o desempenho do descodificador interno da banda pode também ser medido. Outra vantagem da invenção é que, devido ao facto de apenas serem enviados, a partir do descodificador, pelo circuito de retorno, dados internos da banda, são reduzidos os problemas de implementação relacionados com diferentes velocidades de bits do codec de voz nas ligações ascendente e descendente. Uma outra vantagem da invenção é que o dispositivo de teste existente pode ser utilizado apenas com ligeiras modificações.

Breve descrição dos desenhos

A invenção será a seguir descrita em mais pormenor, em ligação com formas de realização preferidas e com referência aos desenhos anexos, nos quais

A Figura 1 mostra um sistema de rádio, o qual usa o processo de acordo com a invenção;

A Figura 2 mostra a estrutura geral da cadeia de codificação do canal no codificador;

A Figura 3 ilustra a formação de quadros TCH/AFS para diferentes modos de codec;

A Figura 4 ilustra a formação de quadros TCH/AHS para diferentes modos de codec;

A Figura 5 mostra um fluxograma, que ilustra o novo processo de teste de acordo com a invenção; e

A Figura 6 mostra um diagrama de blocos, que ilustra o dispositivo de teste, que implementa o processo de acordo com a invenção.

Descrição pormenorizada da invenção

A invenção será descrita a seguir em mais pormenor, utilizando o sistema GSM como uma plataforma preferida para as formas de realização da invenção. No entanto a invenção não está limitada apenas ao sistema GSM, podendo antes ser utilizada em qualquer sistema correspondente, onde a implementação de circuitos de teste encontre problemas semelhantes. Por essa razão, a invenção pode ser aplicada, por exemplo, aos sistemas WCDMA (*Wideband Code Division Multiple Access* - Acesso Múltiplo por Divisão de Código de

Banda Larga), em que o codec AMR (*Adaptative Multi-rate - multivelocidades adaptativo*) é também suportado.

A Figura 1 mostra um exemplo de um sistema de rádio sem-fios, algumas partes do qual utilizam o processo de acordo com a invenção. O sistema rádio celular apresentado compreende um controlador de estação base 120, estações transceptoras de base 110 e um conjunto de terminais de assinante 100, 101. As estações transseptoras de base 110 e os terminais de assinante actuam como transceptores no sistema rádio celular. Os terminais de assinante estabelecem uma ligação uns com os outros por meio de sinais propagados através da estação transceptora de base 110. Um terminal de assinante 100 pode, por exemplo, ser um telemóvel. O sistema rádio apresentado na Figura 1 pode, por exemplo, ser um sistema GSM e, por exemplo o processo de acesso múltiplo TDMA (*Time Division Multiple Access - Acesso Múltiplo por Divisão Temporal*), pode ser usado no sistema rádio.

No sistema GSM existem diversos canais lógicos, os quais são transportados na grelha dos canais físicos. Cada um dos canais lógicos tem uma tarefa específica. Os canais lógicos podem ewr divididos em 2 categorias: os canais de tráfego (TCH - *Traffic Channel*) e os canais de controlo (CCH - *Control Channel*). Os canais de tráfego de voz do GSM são os TCH/FS (*Full Rate Speech Channel - Canal de Voz de Velocidade Total*), TCH/HS (*Half-Rate Speech Channel - Canal de Voz de Meia Velocidade*), TCH/EFS (*EFR Speech Channel - Canal de Voz EFR*), TCH/AFS (*AMR Speech on FR Channel - Canal de Voz AMR de FR*) e TCH/AHS (*AMR Speech on HR Channel - Canal de Voz AMR de HR*). Além disso, existem diversos canais de controlo definidos no GSM, a maioria dos quais é

usada para estabelecer uma chamada e para sincronização. No entanto, os canais SACCH (*Slow Associated Control Channel* - Canal Associado de Controlo Lento), FACCH (*Fast Associated Control Channel* - Canal Associado de Controlo Rápido) e RATSCCH (*Robust AMR Traffic Synchronized Control Channel* - Canal Robusto de Controlo Sincronizado do Tráfego AMR) estão envolvidos enquanto uma chamada AMR se encontra activa. Tanto o SACCH como o FACCH são usados para a transmissão de dados de sinalização durante uma ligação, mas existe uma fenda temporal SACCH atribuída a cada 26º quadro TDMA, enquanto que o canal FACCH é utilizado apenas se for necessário. Também o RATSCCH, que é usado para modificar as configurações AMR na interface de rádio durante uma ligação, apenas é usado se for necessário. Quando os FACCH ou RATSCCH forem necessários são-lhes atribuídas as fendas temporais necessárias, por meio do seu "roubo" aos quadros de voz do TCH.

Na codificação tradicional do GSM, os codecs de voz têm uma velocidade fixa. Têm sido usados três codecs de voz no sistema GSM: o codec de velocidade total (FR - *Full-rate*), baseado no processo RPE-LTP (*Regular Pulse Excited* - *Long Term Prediction* - Predição a Longo Prazo - Excitada por Impulsos Regulares), o codec de meia velocidade (HR - *Half-Rate*), baseado no processo CELP/VCELP (*Codebook Excited Linear Prediction* - Predição Linear Excitada por Livro de Códigos) e o codec de voz de velocidade total aperfeiçoada (EFR - *Enhanced Full-Rate*), com base no processo ACELP (*Algebraic Codebook Excited Linear Prediction* - Predição Linear Excitada por Livro de Códigos Algébrico). Os codecs de voz fornecem parâmetros de voz ao codec do canal a cada 20 ms. Uma vez que o mapeamento do canal lógico da chamada activa dura 120 ms, contém 6 quadros de voz. Tanto no canal

de tráfego de velocidade total (TCH/FS) como no canal de tráfego total que utiliza a codificação aperfeiçoada (TCH/EFS), é enviado um novo quadro de fala, contendo informação do TCH, a cada 4ª rajada. Para cada 20 ms de quadro de voz, o codec FR de voz de velocidade total fornece 260 bits e o codec de voz de velocidade total aperfeiçoado EFR fornece 244 bits, que representam parâmetros de voz codificados, resultando, respectivamente, numa velocidade de bits de saída de 13 kbits/s e 12,2 kbits/s. No canal de tráfego de meia velocidade (TCH/HS), um novo quadro de voz, contendo informação do TCH, é enviado a cada 2ª rajada. Para cada 20 ms de quadro de voz, o codec de voz de meia velocidade HR fornece 112 bits, que representam parâmetros de voz codificados, tendo como resultado uma velocidade de bits de 5,6 kbits/s.

Esses bits de saída, que representam os parâmetros de voz codificados são introduzidos no codificador do canal. A codificação do canal é o conjunto de funções responsáveis pela adição da redundância à sequência de informação. A codificação é geralmente executada com um número fixo de bits de entrada. Conseguem-se ganhos mais elevados de codificação por meio do aumento da complexidade da codificação. Não obstante, a demora da transmissão e os recursos reduzidos de hardware limitam a complexidade que pode ser utilizada no ambiente real.

Faz-se a seguir referência à Figura 2, a qual ilustra a cadeia de codificação do canal no codificador. A codificação de canal dos parâmetros de voz é constituída por diversos blocos. Um reordenamento dos bits (200) é executado para os bits dos parâmetros de voz de acordo com a sua importância subjectiva, dividindo-se os bits nas

categorias 1 A, 1 B e 2. Para os bits mais importantes, isto é os bits da classe 1 A, é calculada uma CRC (*Cyclic Redundancy Check*, 202 - Verificação Cíclica da Redundância). A técnica da CRC transmite alguns bits adicionais, que podem ser usados pelo receptor para detectar erros no quadro transmitido. Os bits da classe 1 B não são protegidos pela CRC. Tanto os bits da classe 1 A como os da 1 B são protegidos por codificação convolucional (204), a qual é um processo para adicionar redundância aos bits transmitidos no canal. O codificador convolucional produz mais bits de saída do que bits de entrada. A forma como a redundância é acrescentada permite ao receptor executar um algoritmo de probabilidade máxima sobre os bits convolucionalmente codificados, a fim de permitir a correcção de erros de sinalização introduzidos durante a transmissão. O número de bits que pode ser enviado através do canal é limitado. A punctura (206) é um processo para reduzir o número de bits enviados através de um canal por meio do apagamento de bits dos dados codificados convolucionalmente. O descodificador sabe quais os bits que foram puncturados e acrescenta substitutos para eles. No canal FR, podem ser enviados 456 bits por cada 20 ms, o que resulta numa velocidade bruta de 22,8 kbits/s no canal de tráfego de velocidade total. No canal HR podem ser enviados, respectivamente, 228 bits por cada 20 ms, o que resulta numa velocidade bruta de 11,4 kbits/s, o que é exactamente metade da velocidade bruta que é usada no canal de tráfego de velocidade total.

Conforme descrito acima, todos os codecs anteriores do GSM funcionam com uma repartição fixa entre velocidades de dados de voz e de codificação do canal, independentemente da qualidade do canal. Essas velocidades de dados nunca

mudam, a menos que tenha lugar uma mudança de canal de tráfego (de FR para HR ou vice-versa), o que além disso é um processo lento, o qual requer uma sinalização da camada 3 (L3). Essa repartição fixa não utiliza o facto de a protecção fornecida pela codificação de canal estar altamente dependente das condições do canal. Quando as condições do canal são boas, poderá ser usada uma velocidade de bits mais baixa na codificação do canal, permitindo uma velocidade de bits mais elevada para o codec de voz. Por isso, permitir-se uma repartição dinâmica entre a velocidade de bits da codificação de voz e a da codificação de canal, aumentará a qualidade geral da voz. O desenvolvimento desta ideia levou à standardização do codec AMR.

O codec AMR adapta o nível de protecção de erros às condições do canal de rádio e ao tráfego, de maneira que procura sempre seleccionar o modo óptimo do canal e do codec (velocidades de bits da voz e do canal) para conseguir a melhor qualidade geral da voz. As operações do codec AMR funcionam tanto no canal FR como no canal HR do GSM e proporcionam também ao utilizador, com boas condições de canal, uma qualidade de voz, comparável com a da linha telefónica, para o canal de meia velocidade.

O codificador de voz AMR é constituído pelo codificador de voz multivelocidades, uma fonte controlada de esquema de velocidades, que inclui um detector de actividade de voz e um sistema de geração de ruído de conforto, e um mecanismo de ocultação de erros, destinado a combater os efeitos dos erros de transmissão e os pacotes perdidos. O codificador de multivelocidades é um simples codec de voz integrado com oito velocidades de fonte, situadas entre 4,75 kbits/s e

12,2 kbits/s e uma baixa velocidade de modo de codificação do ruído de fundo. O codificador de voz é capaz de, de acordo com uma ordem, comutar a sua velocidade de bits a cada 20 ms de quadro de voz.

O codec AMR contém oito codecs de voz com velocidades de bit de 12,2, 10,2, 5,95, 7,4, 6,7, 5,9, 5,15 e 4,75 kbits/s. Todos os codecs de voz estão definidos para o canal de velocidade total, enquanto que os seis mais baixos estão definidos para o canal de meia velocidade, conforme se mostra na tabela que se segue.

	12.2	10.2	7.95	7.4	6.7	5.9	5.15	4.75
TCH/AFS	X	X	X	X	X	X	X	X
TCH/AHS			X	X	X	X	X	X

Uma estação móvel tem de implementar todos os modos dos codecs. No entanto, a rede pode suportar qualquer combinação deles. Para o modo de codec AMR a selecção é feita a partir de um conjunto de modos de codec (ACS, *Active Codec Set* - Conjunto de Codecs Activos), conjunto esse que pode incluir 1 - 4 modos de codec AMR. Este conjunto pode ser reconfigurado na fase de estabelecimento da chamada, na situação de passagem ou por meio de sinalização do RATSCCH. Cada um dos modos de codec fornece um nível diferente de protecção contra erros através de uma diferente distribuição entre codificação de voz e codificação de canal. Todos os modos de codec de voz podem mudar sem intervenção da sinalização L3, permitindo uma rápida transição entre modos, quando as condições do canal forem variáveis.

A Figura 3 ilustra a formação de quadros TCH/AFS para diferentes modos de codec. Utilizando-se, por exemplo, o caso dos 12,2 kbis/s, o quadro é construído pelo codec de voz a partir de uma saída de 244 bits. Os bits do quadro de voz são reordenados e divididos em classes 1 A (81 bits) e 1 B (163 bits). Para a protecção dos 81 bits da classe 1 A é calculada uma CRC de 6 bits. 4 bits de cauda são adicionados ao bloco de 250 bits, bits de cauda esses que são usados para a terminação do codificador do canal. Uma codificação convolucional de $\frac{1}{2}$ velocidade é executada sobre o bloco de 254 bits ($244 + 6 + 4$), tendo como resultado um bloco de 508 bits. O bloco de 508 bits é então puncturado, reduzindo-se assim o número de bits para 448 bits. Finalmente, 8 bits, que contém dados internos da banda, são adicionados. O bloco de dados final tem um comprimento de 456 bits.

Conforme se mostra na Figura 3, todos os quadros codificados para o canal TCH/AFS têm o mesmo comprimento (456 bits), muito embora o número de bits na entrada (os parâmetros de voz) difira de modo para modo. Os diferentes números de bits de entrada são codificados para uma saída de exactamente 456 bits por meio da alteração da velocidade de codificação convolucional e da velocidade de punctura para cada uma dos modos. Os 456 bits enviados em cada 20 ms, que resultam numa velocidade bruta de 22,8 kbits/s, fazem uso de todos os bits disponíveis a partir do canal de tráfego de velocidade total do sistema GSM.

A Figura 4 demonstra, respectivamente, a formação dos quadros do TCH/AHS para seis modos diferentes de codec. O princípio da construção dos quadros é semelhante ao caso dos quadros TCH/AFS, com algumas excepções. No

reordenamento dos bits, os bits são divididos em bits das classes 1 A, 1 B e 2, enquanto que nos quadros do TCH/AFS apenas são usadas as classes 1 A e 1 B. Estes bits da classe 2 não são codificados convolucionalmente. Além disso, apenas 4 bits de dados internos da banda são acrescentados ao quadro convolucionalmente codificado. Em todos os modos dos codecs do TCH/AHS, os quadros codificados pelo canal têm 228 bits de comprimento. São enviados 228 bits a cada 20 ms, o que resulta numa velocidade bruta de 11,4 kbits/s, o que preenche os requisitos do sistema GSM para o canal de tráfego de meia velocidade.

Conforme descrito anteriormente há 8 modos de codecs de voz definidos para o AMR e o codec AMR pode ser usado em ambos os canais FR e HR existentes. Por isso, há 14 modos de codec diferentes definidos (8 para o canal TCH/AFS, 6 para o canal TCH/AHS) para o AMR.

O processo de adaptação da ligação toma a responsabilidade pela medição da qualidade do canal. Dependendo da qualidade e das possíveis restrições da rede (por exemplo, a carga da rede), a adaptação do modo selecciona os codecs óptimos de voz e de canal. A estação móvel (MS - *Mobile Station*) e a estação transceptora de base (BTS - *Base Transceiver Station*) executam ambas um cálculo da qualidade do canal para a sua própria via de recepção. Com base nas medições da qualidade do canal, a BTS envia à MS uma ordem de modo de codec (CMC - *Codec Mode Command*, o modo a ser usado pela MS na ligação ascendente) e a MS envia à BTS um pedido de modo de codec (CMR - *Codec Mode Request*, o modo pedido para ser usado na ligação descendente). Esta sinalização é enviada internamente à banda, juntamente com os dados de

voz. O modo do codec na ligação ascendente pode ser diferente do utilizado na ligação descendente, mas o modo do canal (velocidade total ou meia velocidade) tem de ser o mesmo. A sinalização interna à banda foi designada de modo a permitir uma rápida adaptação a variações rápidas do canal.

A rede controla os modos de codec na ligação ascendente e na ligação descendente. A estação móvel deve obedecer à Ordem de Modo do Codec vinda da rede, enquanto que a rede pode usar qualquer informação complementar para determinar o modo de codec das ligações ascendente e descendente.

No sistema GSM, por exemplo, os algoritmos de codificação do canal são especificados pormenorizadamente. Em lugar de especificar o algoritmo descodificador do canal, os critérios de desempenho são definidos e têm de ser respeitados pela MS. Existem diversos critérios de desempenho estabelecidos para os codecs de canal usados no sistema GSM, cujo desempenho pode ser medido por meio, por exemplo, da proporção de apagamento de quadros (FER - *Frame Erasure Ratio*), da proporção de erros de bit (BER - *Bit Error Rate*) ou da proporção residual de erros de bit (RBER - *Residual Bit* e tráfego TCH. Para o sistema GSM, os critérios estão definidos com mais precisão, por exemplo no documento "3GPP TS 05.05 V8.7.1, *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+; Rádio transmission and reception*". Para facilitar o desenvolvimento e a implementação dos codecs de canal e para medir o desempenho do receptor, foi definido um dispositivo específico chamado simulador de sistema (SS - *System Simulator*), o qual pode ser usado, por exemplo, para fins de aprovação de tipo. Foi desenvolvido um conjunto de circuitos de teste para medir o

desempenho do descodificador de canal. Um circuito de teste predefinido é activado numa estação móvel ligada ao simulador de sistema e o desempenho é medido em relação a diversos critérios. Para o sistema GSM, estes circuitos de teste estão definidos mais precisamente no documento “GSM 04.14 ETSI TS 101 293 V8.1.0, *Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Individual equipment type requirements and interworking; Special conformance testing function*”.

Esses circuitos de teste são desenhados de modo a serem particularmente adequados aos codecs anteriores do GSM. O codec AMR, no entanto, inclui características, que não estão envolvidas nos codecs anteriores e por isso nem todas as características do codec AMR podem ser testadas por meio da utilização dos circuitos de teste conhecidos. A presente invenção resolve pelo menos alguns dos problemas envolvidos no teste do AMR.

Um problema está relacionado com a determinação do desempenho da descodificação da sinalização interna da banda. Conforme descrito acima, nas Figuras 3 e 4, o quadro de tráfego codificado por AMR inclui sempre alguns bits de controlo transmitidos juntamente com os bits de voz. Esses bits são chamados bits de sinalização internos da banda. A finalidade desses bits é permitir a mudança do modo do codec sem mais nenhum quadro de sinalização. Porque existem, no máximo, quatro modos num conjunto de modos, apenas são necessários dois bits para codificar a informação interna da banda. Para auxiliar a descodificar a difícil condição do canal, esses dois bits são mapeados para um padrão de bits mais longo: 8 bits no TCH/AFS e 4 bits no TCH/AHS.

A informação transmitida internamente à banda depende da direcção. Na direcção da ligação descendente (da BTS para a MS), duas informações diferentes são multiplexadas pelo tempo em dois quadros de voz consecutivos. No primeiro quadro, uma ordem de modo MC (*Mode Command*) é transmitida da BTS para a MS, por meio da qual a BTS estabelece qual o modo que a MS deve utilizar na ligação ascendente. No segundo quadro, uma indicação de modo MI (*Mode Indication*) é transmitida da BTS para a MS, por meio da qual a BTS informa a MS do modo que utiliza na ligação descendente. Também na direcção da ligação ascendente (da MS para a BTS), duas informações diferentes são multiplexadas pelo tempo em dois quadros de voz consecutivos. No primeiro quadro, um pedido de modo MR (*Mode Request*) é transmitido da MS para a BTS, em que a MS pede à BTS para utilizar um determinado modo na ligação descendente. No segundo quadro, uma indicação de modo MI (*Mode Indication*) é transmitida da MS para a BTS, por meio da qual a MS informa a BTS do modo que utiliza na ligação ascendente. A informação transmitida internamente à banda é sempre multiplexada pelo tempo, isto é cada um dos quadros contém o modo actual e cada um dos quadros contém o modo ordenado/pedido.

Quando um quadro de 20 ms tiver sido recebido pela MS, é processado pelo descodificador de canal. A saída do codec do canal são os parâmetros de voz descodificados do canal juntamente com a informação, que foi transmitida internamente à banda. Se a informação foi uma ordem de modo (MC), a MS modifica o modo de voz, que utiliza na ligação ascendente, de acordo com a ordem, uma vez que a MS tem de obedecer sempre ao modo ordenado (MC) pela BTS. Este modo usado na ligação ascendente será assinalado à BTS por

intermédio da indicação do modo da ligação ascendente transmitida internamente à banda.

Uma vez que os quadros do canal de tráfego anterior, dos codecs de velocidade fixa, não incluem quaisquer dados internos da banda, não existem processos de teste para medir o desempenho do descodificador interno da banda em todas as situações. Se se tentar medir o desempenho do descodificador interno da banda com os circuitos de teste e o equipamento de teste actuais (SS, *system Simulator* - simulador de sistema), a MS seguirá a ordem de modo recebida (MC) e mudará a sua indicação de modo na ligação ascendente (MI) de acordo com isso. É então possível ao circuito de teste SS comparar a MI recebida com a MC anteriormente enviada. Se forem ambos semelhantes, o descodificador interno da banda pode ser considerado como tendo funcionado correctamente. Se forem diferentes, ele informa que a MS não descodificou correctamente a MC vinda da BTS. A partir dessas observações o SS pode calcular o desempenho do descodificador interno da banda.

Surge um problema quando se tenta avaliar o desempenho da MI do descodificador interno da banda. A MI da ligação descendente não tem influência directa em qualquer informação assinalada internamente à banda na ligação ascendente. Como já foi visto, a MI da ligação ascendente é directamente influenciada pela MC da ligação descendente. Das duas informações internas da banda multiplexadas pelo tempo, mantém-se o pedido de modo (MR). O pedido de modo é gerado pelo algoritmo de adaptação da ligação da estação móvel e não é directamente modificado pela MI da ligação descendente. Devido a isso, o SS não pode calcular o desempenho do descodificador interno da banda da MI.

De uma descodificação incorrecta da MI da ligação descendente deriva uma descodificação incorrecta dos parâmetros de voz, falhando a CRC de verificação e sendo então o quadro considerado defeituoso. Se o anterior circuito de teste for activado, os parâmetros de voz erroneamente descodificados são reenviados de volta para o SS de teste. Seria possível ao SS comparar os parâmetros de voz enviados com os parâmetros de voz reenviados no circuito de retorno para determinar o desempenho do descodificador da MI interno da banda. No entanto, a codificação de canal dos bits internos da banda é muito mais forte do que a codificação de canal dos parâmetros de voz, pelo que a descodificação dos parâmetros de voz tem mais probabilidades de falhar do que a descodificação dos parâmetros internos da banda. Consequentemente, o desempenho medido será o do descodificador dos parâmetros de voz, não o do descodificador interno da banda.

Um novo circuito de teste interno foi desenvolvido para ultrapassar este problema. No novo circuito de teste, o algoritmo de adaptação da ligação é ultrapassado e substituído por uma função, que estabelece um circuito de retorno dos dados recebidos internamente à banda. Isso é efectuado independentemente da fase de sinalização interna da banda. Isso conduz a duas situações possíveis: a MC recebida pode ser transmitida na ligação ascendente como MI, e a MI recebida é então reenviada através do circuito como MR. Noutra situação possível a MC recebida pode ser transmitida através da ligação ascendente como MR e a MI recebida é reenviada através do circuito como MI. Dado que o objectivo do circuito é calcular o desempenho da descodificação interna da banda, os parâmetros de voz transmitidos pelo SS não são reenviados através do circuito

a partir da MS, mas são codificados como zeros. Vantajosamente isso reduz os problemas de implementação relacionados com diferentes velocidades de bits no codec de voz, nas ligações ascendente e descendente. Apenas o padrão de sinalização interna da banda, isto é apenas os bits internos da banda, não os parâmetros de voz, são enviados de volta para o SS e o desempenho do descodificador interno da banda pode ser vantajosamente medido. A partir do padrão de sinalização interna da banda recebido pode ser determinada a taxa de erros de quadro para o canal interno da banda, por exemplo (RCH/AxS-INB FER).

O processo de acordo com o novo circuito de teste está ilustrado com referência ao fluxograma da Figura 5. Para estabelecer um circuito de teste transparente para quadros de TCH, um TCH tem de estar activo entre o SS e a MS. O TCH pode ser de voz AMR através de um canal de velocidade total ou de um canal de meia velocidade, de quaisquer velocidades especificadas no sistema GSM. O circuito de teste é activado numa MS por meio da transmissão de uma mensagem de ordem apropriada para a MS, cuja ordem pode ser, por exemplo, uma mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD (ordem para fecho do circuito do canal) de acordo com o sistema GSM. O SS ordena à MS que feche o seu circuito do TCH por meio da transmissão de uma mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD (500), especificando que o TCH deve ser posto em circuito e que a informação de sinalização interna da banda descodificada deve ser posta em circuito de volta à MS. O SS inicia então o temporizador TT01 (502), o qual estabelece um limite de tempo para a resposta da MS. Se não estiver activo nenhum TCH, ou se qualquer circuito de teste estiver já fechado (504), a MS deverá ignorar qualquer mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD (506). Se um TCH estiver activo, a MS

deverá fechar o seu circuito do TCH para o TCH especificado e enviar para o SS uma mensagem CLOSE_TCH_LOOP_ACK (Confirmação do fecho do circuito do canal) (508). Ao receber esta mensagem o SS para o temporizador TT01 (510)

Depois da MS ter fechado o seu circuito do TCH, todas as decisões de sinal internas da banda deverão ser tomadas a partir da saída do descodificador do canal (512) e da entrada do codificador do canal (514). Os parâmetros de voz transmitidos não são colocados em circuito por meio da colocação em zeros do quadro de entrada para o codificador de canal (516). A entrada de decisões de sinal internas à banda no codificador de canal são transmitidas através da ligação ascendente do mesmo TCH para o SS (518). Isso é vantajosamente feito independentemente da adaptação da ligação, pelo que a informação interna da banda descodificada é directamente reenviada pelo circuito para o SS. O SS mede o desempenho do descodificador interno da banda a partir do padrão de sinalização interna da banda recebido (520), por exemplo através da determinação da taxa de erros de quadro para o canal interno da banda (TCH/AxS-INB FER).

O conteúdo da mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD é definido com mais precisão no documento GSM 04.14 acima referido. Essa mensagem apenas é enviada na direcção do SS para a MS. A mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD compreende quatro elementos de informação: um discriminador de campo do protocolo e um campo indicador de salto, tendo ambos um comprimento de quatro bits e estando definidos com mais precisão no documento "GSM 04. 07, v.7.3.0, secc.11.1.1 e 11.1.2'a message type field having length of eight bits all defined as zeros and a sub-channel field having also length of

eight bits". Dos bits do campo do sub-canal cinco bits têm um significado específico na definição do conteúdo da mensagem e são denominados bits X, Y, Z, A e B. Três bits são bits sobressalentes colocados em zero.

A activação do circuito de teste de acordo com a invenção pode ser implementada por meio da mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD, se a um dos bits sobressalentes for também vantajosamente atribuído um significado específico na definição do conteúdo da mensagem. Este novo bit pode ser designado, por exemplo, um bit C. Definindo-se então o bit C como tendo um valor um, pode ser definido um novo conteúdo da mensagem por meio de uma combinação de bits especial. Por exemplo, a combinação de bits que se segue poderá ser definida: A=1, B=0 e C=1, significando que, se o circuito do TCH for um TCH/AxS, então a informação de sinalização codificada interna da banda deve ser enviada de volta através do circuito. O valor do bit X indica se apenas há uma canal de velocidade total activo ou qual dos sub-canais possivelmente disponíveis é utilizado. Os valores dos bits Y e Z podem ser descartados.

De acordo com uma segunda forma de realização da invenção, a sequência de teste dos modos de dados internos da banda, que o SS irá utilizar, é enviada para a MS. O envio pode ter lugar, seja antes da activação do circuito de teste, seja durante o estabelecimento do teste. O SS activa o circuito de teste na MS, por exemplo por meio do envio da mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD e inicia a transmissão da referida sequência de teste. Na MS é implementado um contador, o qual será aumentado de cada vez que os dados decodificados internos da banda não correspondam ao resultado esperado. Quando a sequência de teste for

completamente enviada através do circuito, o valor do contador pode ser ou verificado a partir da MS ou ser transmitido para o SS, podendo ser derivado do seu valor o desempenho do descodificador interno da banda.

De acordo com uma terceira forma de realização da invenção, o algoritmo de adaptação da ligação é mantido num estado activo e a MS segue as ordens de modo MC enviadas pelo SS. Então apenas as indicações de modo MI de acordo com o modo ordenado MC são transmitidas de volta para o SS. Os parâmetros de voz transmitidos pelo SS não são reenviados através do circuito pela MS, sendo antes codificados como zeros. O SS compara a indicação de modo recebida MI com a ordem de modo enviada MC e se corresponderem, a descodificação da ordem de modo MC pode ser vantajosamente medida. No entanto, dado que no SS apenas será testado cada segundo quadro, o desempenho da descodificação da indicação de modo MI tem de ser medido por meio de um circuito de teste separado.

O diagrama de blocos da Figura 6 ilustra um dispositivo, que pode ser aplicado na configuração de teste de acordo com a invenção. O simulador de sistema 600 compreende um gerador 602 para gerar padrões aleatórios/constantes de parâmetros de voz, os quais são então introduzidos num codificador de canal 604 para codificação. Os quadros de voz codificados por canal são então fornecidos a meios de transmissão 606, para serem transmitidos através de um simulador de canal 608 para a estação móvel 610. A estação móvel 610 compreende meios de recepção 612 destinados a receber a transmissão, da qual os quadros de voz codificados por canal são introduzidos no descodificador de canal 614. A estação móvel 610 compreende meios 616 para

implementar circuitos de teste e para executar um circuito de teste específico de acordo com as instruções dadas pelo simulador de sistema 600. O circuito de teste a ser utilizado pode ser definido, por exemplo, pela mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD, conforme descrito acima. A saída do circuito de teste é fornecida ao codificador de canal 618 para ser codificada. Os dados codificados por canal são então fornecidos a meios de transmissão 620 para serem transmitidos para o simulador de sistema 600. O simulador de sistema 600 compreende também meios de recepção 622 destinados a receber a transmissão, da qual os dados codificados por canal são introduzidos no decodificador de canal 624. O simulador de sistema 600 compreende meios de comparação 626, destinados a comparar os dados recebidos com o padrão enviado e em resultado da referida comparação pode ser medido o desempenho da decodificação.

Para um técnico do ramo é óbvio que, no decurso do progresso técnico, a ideia básica da invenção pode ser executada de numerosas formas. Assim a invenção e as suas formas de realização não são limitadas pelos exemplos anteriores, mas podem variar dentro do âmbito das reivindicações anexas.

Lisboa, 22 de Junho de 2007

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para a determinação do desempenho da descodificação num sistema de telecomunicações, que compreende um descodificador e um dispositivo de teste destinado a fornecer dados de teste ao descodificador, compreendendo o processo a geração de dados de teste, constituídos por parâmetros codificados de canal e dados internos da banda, a transmissão dos dados de teste, a partir do dispositivo de teste, para o descodificador a fim de serem descodificados, caracterizado pelo facto de extrair pelo menos uma parte dos dados internos da banda dos dados de teste descodificados, ultrapassar um processo de adaptação da ligação do descodificador, transmitir pelo menos a parte dos dados internos da banda de retorno ao dispositivo de teste e determinar o desempenho da descodificação por meio da comparação entre os dados internos da banda transmitidos e os dados internos da banda recebidos.
2. Processo de acordo com a Reivindicação 1, caracterizado pelo facto de activar um canal de tráfego do sistema de telecomunicações antes de transmitir os dados de teste e transmitir os dados de teste a partir do dispositivo de teste para o descodificador, através da ligação descendente do canal de tráfego e do descodificador para o dispositivo de teste através da ligação ascendente do canal de tráfego.
3. Processo de acordo com a Reivindicação 2, caracterizado pelo facto de transmitir os dados

internos da banda de retorno para o dispositivo de teste no primeiro quadro temporal disponível na ligação ascendente do canal de tráfego.

4. Processo de acordo com a Reivindicação 2, caracterizado pelo facto transmitir, antes da transmissão dos dados de teste, uma mensagem do dispositivo de teste para activar um circuito de teste no descodificador, circuito de teste esse que é implementado em ligação funcional com o descodificador e acusar a recepção da referida mensagem a partir do descodificador para o dispositivo de teste, em resposta à activação do canal de tráfego.
5. Processo de acordo com a Reivindicação 4, caracterizado pelo facto de a mensagem ser uma mensagem CLOSE_TCH_LOOP_CMD, que é uma combinação de bits de acordo com o sistema GSM.
6. Processo de acordo com qualquer uma das Reivindicações anteriores, caracterizado pelo facto de os parâmetros codificados do canal serem parâmetros de voz.
7. Processo de acordo com qualquer uma das Reivindicações anteriores, caracterizado pelo facto de se determinar o desempenho da descodificação pelo canal, da indicação de modo (MI) do campo de dados internos da banda, no canal AMR de fala de meia velocidade ou velocidade total.
8. Dispositivo de teste para a determinação do desempenho de um descodificador, dispositivo de teste esse que está disposto de modo a estar funcionalmente ligado ao

descodificador, compreendendo o dispositivo de teste, meios de composição destinados à composição de dados de teste, que compreendem parâmetros codificados por canal e dados internos da banda, um transmissor para transmitir os dados de teste para o descodificador, caracterizado pelo facto de compreender ainda meios de controlo para enviar uma ordem para o descodificador a fim de ultrapassar o seu processo de adaptação à ligação, um receptor para receber pelo menos parte dos dados internos da banda e um comparador para determinar o desempenho da descodificação por meio da comparação dos dados internos da banda transmitidos e dos dados internos da banda recebidos.

9. Dispositivo de teste de acordo com a Reivindicação 8, caracterizado pelo facto de o dispositivo de teste estar disposto de modo a activar um canal de tráfego na direcção do descodificador, antes de transmitir os dados de teste, transmitir os dados de teste para o descodificador através da ligação descendente do canal de tráfego e receber os dados de teste do descodificador através da ligação ascendente do canal de tráfego.
10. Dispositivo de teste de acordo com a Reivindicação 9, caracterizado pelo facto de o dispositivo de teste estar disposto de modo a transmitir, antes da transmissão dos dados de teste, uma mensagem para o descodificador, para activar um circuito de teste no descodificador, circuito de teste esse que é implementado em ligação funcional com o descodificador e receber uma confirmação da recepção da referida

mensagem, vinda do descodificador, em resposta ao facto de o canal de tráfego ter sido activado.

11. Estação móvel, que compreende um receptor para receber dados de teste, que compreendem parâmetros de canal codificados e dados internos da banda vindos de um dispositivo de teste, um descodificador para descodificar os dados de teste, caracterizado pelo facto de compreender ainda meios de extracção destinados a extrair pelo menos parte dos dados internos da banda dos dados de teste descodificados, meios de controlo para controlar um processo de adaptação da ligação do descodificador a ser ultrapassado e um transmissor para transmitir pelo menos uma parte dos dados internos da banda de volta para o dispositivo de teste.
12. Estação móvel de acordo com a Reivindicação 11, caracterizado pelo facto de os dados internos da banda serem dispostos de modo a serem transmitidos de volta ao dispositivo de teste através do primeiro quadro temporal disponível na ligação ascendente do canal de tráfego.

Lisboa, 22 de Junho de 2007

1/4

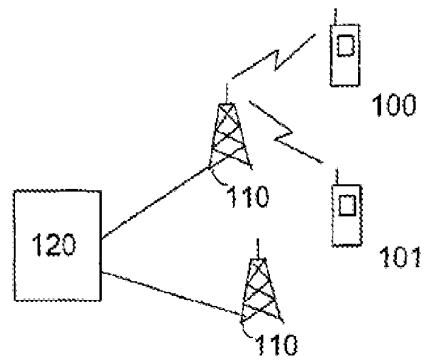


Fig. 1

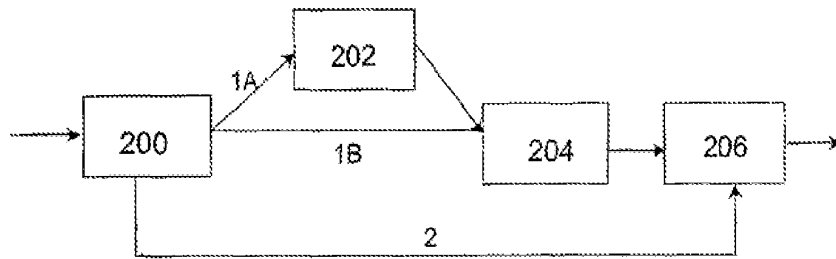


Fig. 2

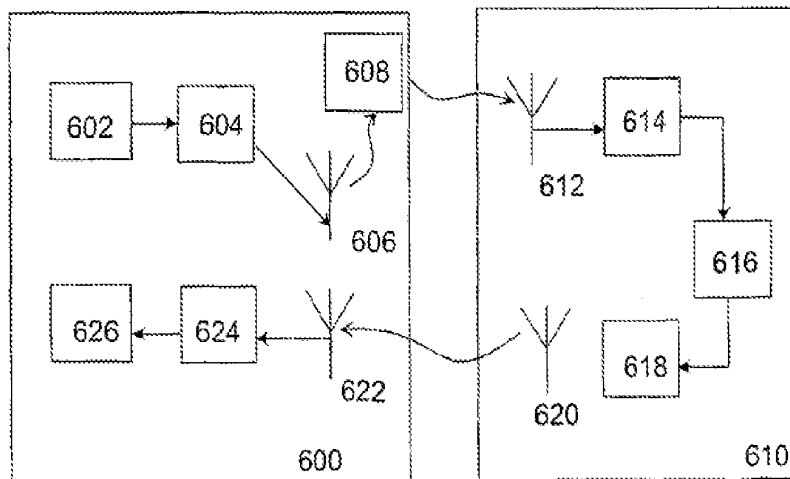


Fig. 6

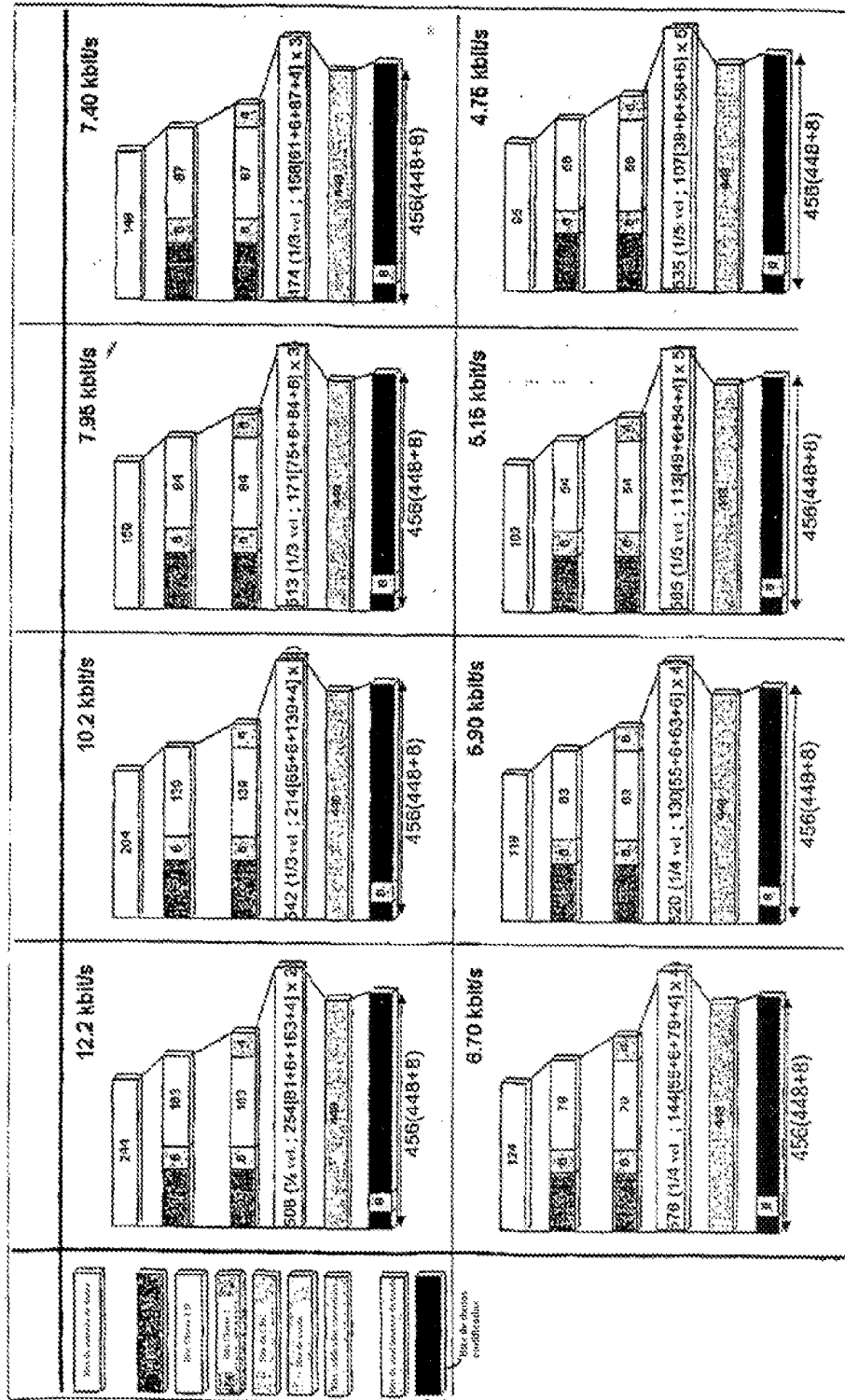


Fig. 3

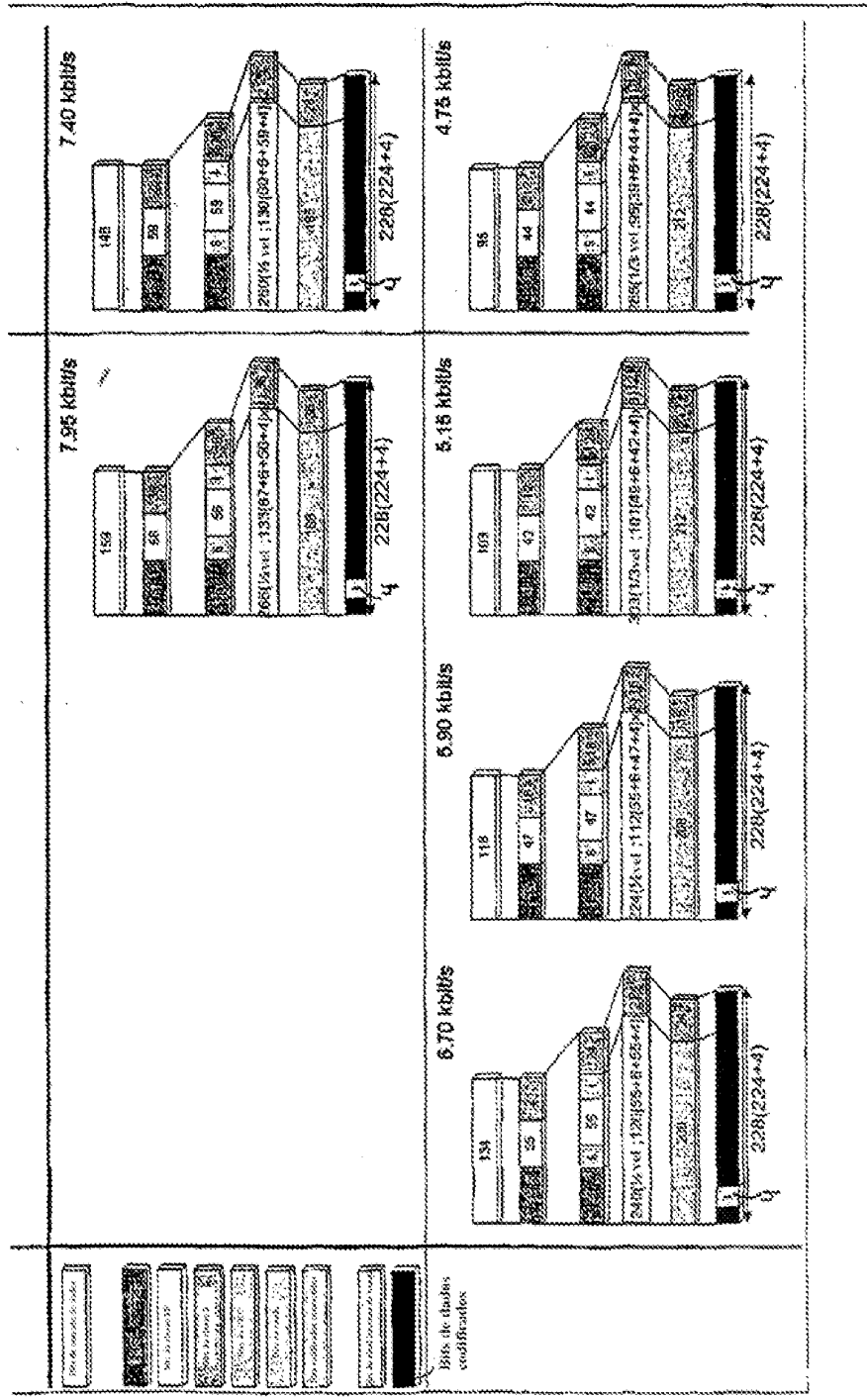


Fig. 4

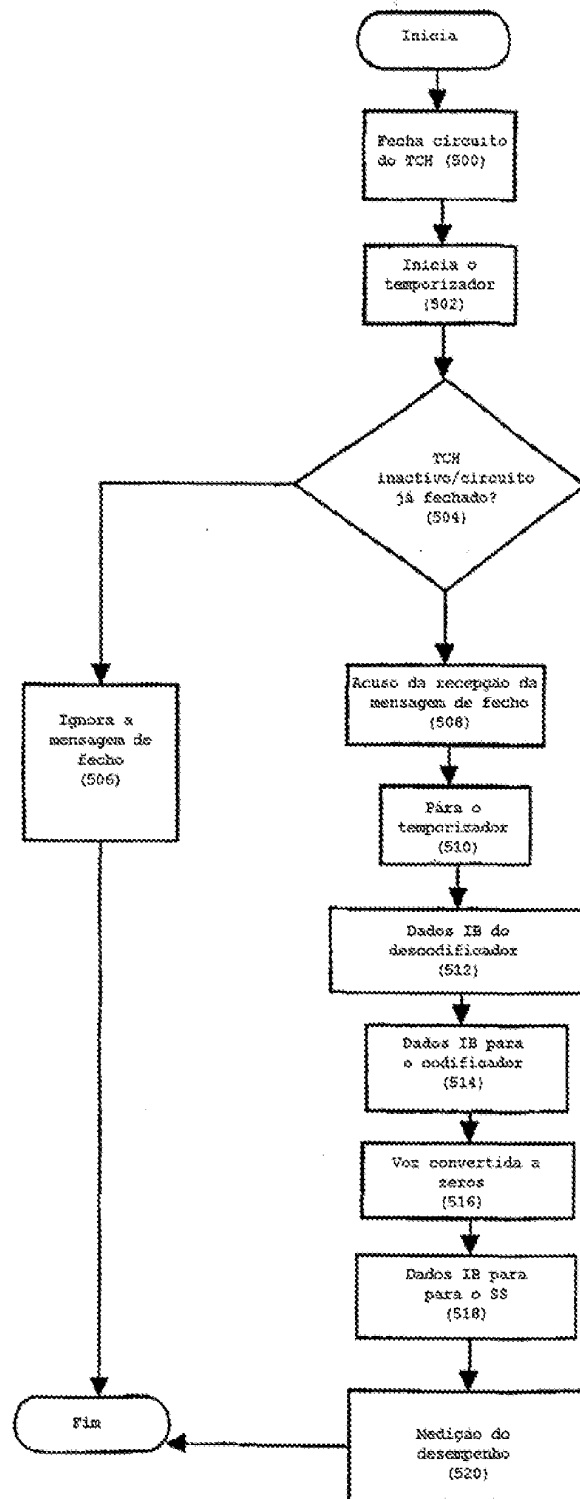


Fig. 5