



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0924979-6 B1



(22) Data do Depósito: 22/10/2009

(45) Data de Concessão: 05/01/2021

(54) Título: MÉTODOS EM UM EQUIPAMENTO DE USUÁRIO E EM UMA ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO PARA OBTER DADOS PARA OBSERVAR DESEMPENHO RELACIONADO A ACESSO RANDÔMICO EM UM SISTEMA RÁDIO CELULAR, EQUIPAMENTO DE USUÁRIO, E, ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO

(51) Int.Cl.: H04W 24/10; H04W 74/08.

(52) CPC: H04W 24/10; H04W 74/08.

(30) Prioridade Unionista: 20/03/2009 US 61/161,830.

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

(72) Inventor(es): MEHDI AMIRIJOO; FREDRIK GUNNARSSON; KRISTINA JERSENIUS; ERIK ERIKSSON.

(86) Pedido PCT: PCT SE2009051204 de 22/10/2009

(87) Publicação PCT: WO 2010/107358 de 23/09/2010

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/09/2011

(57) Resumo: MÉTODOS EM UM EQUIPAMENTO DE USUÁRIO E EM UMA ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO PARA OBTER DADOS PARA OBSERVAR DESEMPENHO RELACIONADO A ACESSO RANDÔMICO EM UM SISTEMA RÁDIO CELULAR, EQUIPAMENTO DE USUÁRIO, E, ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO. É provido um equipamento de usuário para obter dados para observar o desempenho relacionado a um Acesso Randômico em um sistema rádio celular. O equipamento de usuário pode ser conectar ao sistema. A fim de prover a rede/sistema de dados para observar o procedimento de acesso randômico, o equipamento de usuário mede e armazena dados necessários para computar medições a serem relatadas ao sistema. O equipamento de usuário gera adicionalmente um relatório de medição de medição, e transmite o relatório de medição com base em um evento de disparo.

“MÉTODOS EM UM EQUIPAMENTO DE USUÁRIO E EM UMA
ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO PARA OBTER DADOS PARA OBSERVAR
DESEMPENHO RELACIONADO A ACESSO RANDÔMICO EM UM
SISTEMA RÁDIO CELULAR, EQUIPAMENTO DE USUÁRIO, E,
5 ESTAÇÃO BASE DE RÁDIO”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção relaciona-se a um método e um dispositivo para
obter dados para observar o desempenho relacionado a Acesso Randômico em um
sistema rádio celular.

10 FUNDAMENTOS

O trabalho de especificar a Rede de Acesso Rádio Terrestre de Sistema
Evoluído de Telecomunicações Móveis Universal (E-UTRAN) consistindo dos
conceitos da Evolução de Longa Duração (LTE) e Evolução de Arquitetura de Sistema
(SAE) atualmente em andamento no Projeto de Parceria de Terceira Geração (3GPP).

15 Uma área de foco importante no trabalho de padronização E-UTRAN é
assegurar que a nova rede é simples para implantar e de custo eficiente para operar. A
visão é que o novo sistema será auto otimizado e auto configurado em tantos aspectos
quanto possíveis, ver NGMN, “Operator Use Cases related to Self Organising
Networks” versão 1.53, 16-04-2007 e 3GPP TR 36.816, Estudo sobre Gerenciamento de
20 E-UTRAN e SAE. Um aspecto que se beneficia da auto otimização e auto configuração
é o gerenciamento do Canal de Acesso Randômico (RACH). Também Ericsson
“RACH optimization function” 3GPP projeto R3-090825 descreve otimização.

A arquitetura do sistema LTE é mostrada na Figura 1. Figura 1 ilustra a
arquitetura LTE mostrando interfaces lógicas entre eNBs (X2) e entre eNB e MME/S-
25 GW (S1). No LTE, o enlace descendente é com base em Multiplexação por Divisão de
Frequência Ortogonal (OFDM) enquanto o enlace ascendente é com base em um
método de modulação de portadora única conhecido como OFDM espalhado de
transformada de Fourier discreta

(DFT-S-OFDM), ver 3GPP TR 36.300, Acesso Rádio Terrestre Universal Evoluído (E-UTRA) e Rede de Acesso Rádio Terrestre de Sistema Evoluído de Telecomunicações Móveis Universal (E-UTRAN); descrição geral; Estágio 2, V8.2.0.

5 Nas seções a seguir, o procedimento de acesso randômico para LTE como é atualmente definido pelo 3GPP, é delineado.

Alguns Detalhes de Camada Física E-UTRA

Transmissões de enlace descendente e enlace ascendente são organizadas no LTE em quadros rádio com 10 ms de duração. Duas estruturas de quadro rádio são suportadas:

- Tipo 1, aplicável a Duplex por Divisão de Frequência (FDD),
- Tipo 2, aplicável a Duplex por Divisão no Tempo (TDD).

10 A estrutura de quadro Tipo 1 é ilustrada na Figura 2. Cada quadro rádio de 10 ms é dividido em 10 sub quadros igualmente dimensionados. Cada sub quadro consiste de dois módulos igualmente dimensionados. Para FDD, 10 sub quadros estão disponíveis para transmissão de enlace descendente e 10 sub quadros estão disponíveis para transmissões de enlace ascendente em cada intervalo de 10 ms. Transmissões de enlace ascendente e enlace descendente são separadas no domínio da frequência.

20 A estrutura de quadro Tipo 2 é ilustrada na Figura 3. Cada quadro rádio de 10 ms consiste de dois meios quadros de 5 ms cada. Cada meio quadro consiste de oito módulos de extensão de 0,5 ms e três campos especiais: DwPTS, Período de Guarda (GP) e UpPTS. A extensão de DwPTS e UpPTS é configurável, sujeita à extensão total de DwPTS, GP e UpPTS ser igual a 1 ms. Ambas periodicidades de ponto de comutação de 5 ms e 10 ms são suportadas. O sub quadro 1 em todas as configurações e sub quadro 6 na configuração com periodicidade de ponto de comutação de 5 ms consiste de DwPTS, GP e UpPTS. O sub quadro 6 na configuração com periodicidade de ponto de comutação de 10 ms consiste somente de DwPTS. Todos os outros

sub quadros consistem de dois módulos igualmente dimensionados.

Para TDD, GP é reservado para transição de enlace descendente para enlace ascendente. Outros Sub Quadros/Campos são designados para transmissão de enlace descendente ou enlace ascendente.

5 Transmissões de enlace ascendente e enlace descendente são separadas no domínio do tempo.

Canais físicos de E-UTRA são:

Canal de Radiodifusão Físico (PBCH)

- 10 • O bloco de transporte BCH codificado é mapeado para quatro sub quadros dentro de um intervalo de 40 ms;
- Temporização de 40 ms é detectada cegamente, isto é, não há sinalização explícita indicando temporização de 40 ms;
- Cada sub quadro é suposto ser auto decodificável, isto é, o BCH pode ser decodificado a partir de uma recepção única, supondo
- 15 condições de canal suficientemente boas.

Canal de Controle de Enlace Descendente Físico (PDCCH)

- Informa ao Equipamento de Usuário UE sobre a alocação de recursos de PCH e DL-SCH e informação de Requisição de Repetição Automática Híbrida (ARQ) relacionada a DL-SCH;
- 20 • Transporta a autorização de programação de enlace ascendente.

Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico (PDSCH)

- Transporta DL-SCH e PCH.

Canal de Controle de Enlace Ascendente Físico (PUCCH)

- 25 • Transporta Reconhecimento ARQ Híbrido/Reconhecimentos Negativos (ACK/NAKs) em resposta a transmissão de enlace descendente;
- Transporta requisição de programação (SR);
- Transporta relatórios de Indicador de Qualidade de Canal (CQI).

Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico (PUSCH)

- Transporta UL-SCH.

Canal de Acesso Randômico Físico (PRACH)

- 5 • Transporta o preâmbulo de acesso randômico.

Procedimento de Acesso Randômico em LTE

Durante o acesso inicial, o UE busca acesso à rede, no sentido de se registrar e iniciar os serviços. O acesso randômico (RA) serve como um procedimento de controle de enlace ascendente para habilitar o UE a acessar a rede. Uma vez que a tentativa de acesso inicial não pode ser programada pela rede, o procedimento RA é com base em contenção, por definição. Podem ocorrer colisões e um esquema de contenção-resolução apropriado necessita ser implementado. Incluir dados de usuário no enlace ascendente com base em contenção não é espectralmente eficiente, devido à necessidade de períodos de guarda e retransmissões. Portanto, foi decidido separar a transmissão da salva de acesso randômico (preâmbulo), cuja finalidade é obter sincronização de enlace ascendente a partir da transmissão de dados de usuário.

O procedimento RA serve a dois propósitos principais:

- 20 • Faz com que o UE alinhe sua temporização de Enlace Ascendente (UL) à esperada pelo eNodeB da estação base, no sentido de minimizar a interferência com outras transmissões de UEs. O alinhamento de tempo de UL é uma exigência em E-UTRAN, antes que a transmissão de dados possa começar.
- 25 • Este provê um meio para o UE notificar a rede de sua presença, e habilita o eNodeB a dar o acesso inicial do UE ao sistema.

Em adição ao uso durante o acesso inicial, o RA será também usado quando o UE tiver perdido uma sincronização de enlace ascendente ou quando o UE estiver em um modo ocioso ou de baixa potência, ou quando o

UE não tiver recurso de requisição de programação dedicada no Canal de Controle de Enlace Ascendente Físico (PUCCH).

Antes de enviar um preâmbulo, o UE deve sincronizar com as transmissões de enlace descendente e ler o BCH. O BCH revelará, entre outros parâmetros, onde os módulos de tempo de RA estão localizados, quais faixas de frequência podem ser usadas e quais preâmbulos (seqüências) estão disponíveis. LTE provê 64 preâmbulos para cada célula. O conjunto de preâmbulos alocado a uma célula não se superporá ao conjunto de preâmbulos alocados a uma célula vizinha, pois isto poderia causar erros e ambigüidades na detecção de preâmbulo.

O Procedimento RA básico é um procedimento de quatro fases conforme delineado na Figura 4:

- Fase 1 consiste da transmissão de um preâmbulo de acesso randômico, permitindo que o Nó B estime a temporização de transmissão do UE. Sincronização de enlace ascendente é necessária, pois o UE de outra forma não poderia transmitir quaisquer dados de enlace ascendente.

- Fase 2 consiste da rede transmitir um comando avançado de temporização para corrigir a temporização de enlace ascendente, com base na temporização de medição de chegada na primeira etapa. Em adição a estabelecer sincronização de enlace ascendente, a segunda etapa também designa recursos de enlace ascendente e identificador temporário ao UE, a serem usados na terceira etapa no procedimento de acesso randômico.

- Fase 3 consiste de sinalização a partir do UE para a rede, usando UL-SCH similar a dados programados normais. Uma função primária desta mensagem é identificar univocamente o UE. O conteúdo exato desta sinalização depende do estado do UE, por exemplo, se este é previamente conhecido da rede ou não.

- Fase 4, a fase final, é responsável pela resolução de contenção no caso de UEs múltiplos tentarem acessar o sistema no mesmo

recurso.

Para casos em que a rede conhece, antecipadamente, que um UE em particular executará um Procedimento de Acesso Randômico para adquirir sincronização de enlace ascendente, por exemplo, durante Transferência de Passagem (HO), um preâmbulo dedicado é reservado e designado ao UE em consideração. Quando o UE transmite o preâmbulo dedicado na Fase 1, a rede sabe a qual UE este preâmbulo foi designado e já pode, no tempo de detecção deste preâmbulo, determinar a identidade do UE. Então, neste cenário, nenhuma resolução de contenção é necessária e o retardo antes da transmissão de dados é reduzido.

Fase 1 – Preâmbulo de Acesso Randômico

Antes de enviar um preâmbulo, o UE sincronizará com as transmissões de enlace descendente e lerá o BCH. O BCH revelará, por exemplo, onde módulos de tempo RA estão localizados, quais faixas de frequência podem ser usadas e quais preâmbulos (seqüências) estão disponíveis.

No próximo módulo RA, o UE enviará o preâmbulo. A seqüência de preâmbulo implicitamente inclui um ID randômico que identifica o UE. LTE provê, a cada célula, tais IDs randômicos e então 64 preâmbulos.

Se as faixas de frequência RA múltiplas foram definidas, o UE seleciona randomicamente uma delas. O grupo de seqüências alocado a uma célula é particionado em dois sub grupos. Selecionando uma seqüência de preâmbulo a partir de um sub grupo específico, o UE pode dar uma indicação de bit único de sua exigência de recurso e/ou qualidade de enlace. A seqüência particular usada para o preâmbulo é randomicamente selecionada dentro do sub grupo desejado. Esta seqüência contém implicitamente um ID randômico que serve como um identificador de UE.

O eNodeB estima a temporização de UL do UE, com base na

temporização do preâmbulo recebido.

Fase 2 – Resposta de Acesso Randômico

Após a transmissão de preâmbulo, o UE aguarda uma mensagem de Resposta RA no DL-SCH, a designação DL que é indicada no canal de controle (DDCCH) da Camada 1/Camada 2 (L1/L2). A mensagem de Resposta RA é transmitida semi sincronizadamente (isto é, dentro de uma janela) para a recepção do Preâmbulo RA, no sentido de permitir mais flexibilidade ao programador. A Resposta RA contém:

- a mesma identidade UE randômica presente no preâmbulo;
- uma mensagem de alinhamento de tempo para prover a temporização de enlace ascendente adequada ao UE;
- um Identificador Temporário de Rede Rádio (RNTI) que é único para o recurso RA particular (tempo e canal) usado na Fase 1. Para acesso inicial, o RNTI temporário será usado para as Fases 3 e 4;
- uma autorização de recurso de Enlace Ascendente (UL) para transmissão em UL-SCH na Fase 3.

Se nenhuma mensagem de Resposta RA tiver sido recebida, após um certo tempo em seguida à transmissão do preâmbulo, o UE enviará um novo preâmbulo no próximo módulo de tempo RA. Em alguns casos, o eNodeB pode indicar uma sobrecarga (preâmbulos demais detectados) e instruir ao UE para aguardar algum tempo antes de tentar acesso randômico novamente. Para a nova tentativa, o UE selecionará novos parâmetros randômicos para a seqüência de preâmbulo e faixa de freqüência RA não sincronizada. Ainda mais, o UE aumentará o nível de potência do preâmbulo para obter um procedimento de subida de potência similar ao usado em sistemas de Múltiplo Acesso por Divisão de Código de Faixa Larga (WCDMA).

Fase 3 – Primeira transmissão de UL programada

Na Fase 3, o UE provê a rede de um identificador único na

mensagem que transmite no UL-SCH, de acordo com a autorização contida na Resposta RA. O tipo de identificador de UE, por exemplo, C-RNTI, TMSI, IMSI ou IMEI, depende de até que ponto o UE já é conhecido na rede.

5 No caso de acesso inicial, a mensagem é uma mensagem de Requisição de Conexão de Controle de Recurso Rádio (RRC).

No caso de acesso não inicial, isto é, quando o UE já está RRC_CONNECTED, o identificador do UE é o C-RNTI e é sinalizado pela camada de Controle de Acesso de Meio (MAC). A transmissão usa Requisição de Repetição Automática Híbrida (HARQ).

10 Fase 4 – Resolução de Contenção

A finalidade da quarta fase é resolver a contenção. Notar que, a partir da segunda etapa, UEs múltiplos executando tentativas de acesso randômico simultaneamente, usando o mesmo preâmbulo, recebem a mesma mensagem de resposta e portanto, possuem o mesmo identificador temporário. Daí, na quarta fase, o eNodeB repete a identidade do UE provida pelo UE na Fase 3. Somente um terminal que encontra uma coincidência entre a identidade recebida na quarta etapa e a identidade transmitida como parte da terceira etapa, declarará o procedimento de acesso randômico bem sucedido. O terminal também transmitirá um reconhecimento ARQ híbrido no enlace ascendente. Para acesso não inicial, isto é, quando o UE já está RRC_CONNECTED, a identidade do UE é refletida no canal de controle L1/L2. Se o UE ainda não foi designado a um C-RNTI, a identidade temporária da segunda etapa é promovida para o C-RNTI, de outra forma o UE mantém seu C-RNTI já designado.

25 UEs que não obtém uma conclusão entre a identidade recebida na Fase 4 e a respectiva identidade como parte da Fase 3, são considerados como apresentando falha no procedimento de acesso randômico, e necessitam reiniciar o procedimento de acesso randômico com a Fase 1; selecionar novos parâmetros para a seqüência de preâmbulo e faixa de frequência RA.

Nenhuma realimentação ARQ híbrida é transmitida a partir destes terminais.

Procedimento de Acesso Randômico Livre de Contenção

Para casos em que a rede conhece, antecipadamente, que um UE em particular executará um Procedimento de Acesso Randômico para adquirir sincronização de enlace ascendente, um preâmbulo dedicado é reservado e designado ao UE em consideração. A designação do Preâmbulo Dedicado para HO é processada pelo RRC, ao passo que a designação de preâmbulo para chegada de dados DL é processada pelo MAC. Quando o UE transmite o preâmbulo dedicado na Fase 1, a rede sabe a qual UE este preâmbulo foi designado e já pode, no tempo de detecção deste preâmbulo, determinar a identidade do UE. Então, nenhuma resolução de contenção é necessária e o retardo antes da transmissão de dados é reduzido.

Procedimento de “redução” de Acesso Randômico

Para o caso de sobrecarga de Acesso Randômico, um procedimento de “redução” de Acesso Randômico é suportado. Este procedimento evita novas tentativas imediatas de Acesso Randômico o que somente iria piorar uma situação de colisão.

No caso de uma sobrecarga, o eNodeB sinaliza através da mensagem de Resposta de Acesso Randômico um indicador de “redução” B. O UE que não recebe uma mensagem de resposta de acesso randômico que inclui o preâmbulo transmitido, aguardará um tempo que é uniformemente distribuído entre 0 e B, antes de tentar obter acesso randômico.

Recurso Físico de Canal de Acesso Randômico

Uma única oportunidade de RA consiste de um módulo de tempo e uma largura de faixa fixa. A extensão do módulo de tempo T_{RA} acomodará o preâmbulo enviado pelo UE e o Período de Guarda (GP) requerido, para levar em conta a temporização de enlace ascendente desconhecida, ver Figura 5. O desalinhamento de temporização chega a 6,7 $\mu\text{s}/\text{km}$. 3GPP decidiu por uma T_{RA} mínima de um 1 μs . Aqui, a extensão do

preâmbulo é então de 800 μ s mais um prefixo cíclico em torno de 102,5 μ s. Um tempo de guarda de 97,5 μ s é suficiente para um raio de célula de até 15 km. Períodos de guarda e prefixo cíclico maiores são necessários para acomodar incertezas de temporização a partir de células maiores que 15 km.

5 Estas células grandes podem também requerer preâmbulos mais longos, para aumentar a energia recebida. No sentido de suportar o RA sob várias condições de célula RAN1 foi definido adicionalmente como três formatos de preâmbulo RA que requerem uma T_{RA} de 2 ms ou mesmo 3 ms. Estes módulos maiores são criados pelo eNodeB, não programando tráfego no(s)

10 sub quadro(s) consecutivo(s). Aqueles preâmbulos estendidos, contém repetições da parte longa de 800 μ s e/ou um prefixo cíclico mais longo.

Para TDD, um RA adicional “curto” é definido. O preâmbulo RA curto somente abrange 133 μ s. Devido a esta duração muito curta, o preâmbulo muito provavelmente não conterá um prefixo cíclico, porém uma

15 técnica chamada superpor-e-adicionar será usada para habilitar processamento no domínio da frequência, ver Figura 5. No momento da escrita, muitos detalhes relativos a aplicabilidade e desempenho deste RA curto ainda estão em aberto.

De acordo com 3GPP, a largura de faixa de uma oportunidade

20 de RA é de 1,08 MHz (6 RB). A largura de faixa efetiva usada pelo preâmbulo de RA é de 1,05 MHz, deixando pequenas faixas de guarda espectrais de cada lado. Isto é necessário, uma vez que dados de RA e de enlace ascendente regular são separados no domínio da frequência mas não são completamente ortogonais.

25 Para sistemas FDD, oportunidades de RA não ocorrem simultaneamente em diferentes faixas de frequência, porém são separadas no tempo. Isto espalha a carga de processamento no receptor de RA. 3GPP define configurações de RA determinando a frequência das oportunidades de RA. No total, 16 de tais configurações são definidas, variando de uma

oportunidade de RA a cada 20 ms (carga de RA muito baixa) para uma a cada 1 ms (carga de RA muito alta).

Em TDD, nem todos os sub quadros são sub quadros de enlace descendente (DL), reduzindo sub quadros que podem ser alocados a RA. Para prover também nas configurações TDD altas cargas de RA, oportunidades de RA múltiplas podem ser programadas em um único sub quadro.

Para FDD, oportunidades de RA são restritas a 6 RBs mais externas do canal compartilhado de enlace ascendente físico nas extremidades da faixa.

A estrutura TDMA/FDMA de oportunidades de RA em FDD é visualizada na Figura 6. Aqui, somente uma faixa de 1,08 MHz é alocada a RA em cada tempo, ao passo que várias faixas são possíveis no caso de TDD. As oportunidades de RA sempre ocorrem nas extremidades da faixa do canal compartilhado de enlace ascendente físico diretamente adjacente ao canal de controle de enlace ascendente físico. No exemplo mostrado na Figura 6, três oportunidades de RA com 1 ms de extensão existem e cada quadro.

Formato de Preâmbulo

Figura 7a mostra a temporização detalhada do preâmbulo de acesso randômico básico. O preâmbulo é pré fixado com um prefixo cíclico (CP) para habilitar processamento simples no domínio da frequência. Sua extensão é da ordem de $T_{GP} + T_{DS} = 97,5 + 5 \mu s = 102,5 \mu s$, onde T_{DS} corresponde ao retardo máximo espalhado e T_{GP} corresponde ao tempo de ida e volta máximo. O CP assegura que o sinal recebido é sempre circular (após remover o CP no receptor de RA) e então pode ser processado por Transformadas de Fourier Rápidas (FFTs). Portanto, a duração do preâmbulo de acesso randômico “ativo” é de $1000 \mu s - 2 \cdot T_{GP} - T_{DS} = 800 \mu s$. O espaçamento de sub portadora de RA é de $1/800 \mu s = 1250 \text{ Hz}$.

Figuras 7b a 7d mostram os formatos de preâmbulo estendido. O formato 1 possui um CP estendido e é adequado para raios de célula até

aproximadamente 100 km. Entretanto, uma vez que não ocorre repetição, este formato é apenas adequado para ambientes com boas condições de propagação. O formato 2 contém um preâmbulo principal repetido e um prefixo cíclico de aproximadamente 200 μ s. Este formato suporta raios de célula de até aproximadamente 30 km. O formato 3 também contém um preâmbulo principal repetido e um CP estendido. Usando uma extensão de oportunidade de RA de 3 ms, este formato suporta raios de célula de até aproximadamente 100 km. Em oposição ao formato 1, o formato 3 contém um preâmbulo repetido e é portanto, melhor adequado para ambientes com más condições de propagação.

Seqüências Raiz em LTE

Preâmbulos em LTE são com bases nas seqüências de Zadoff-Chu. Uma seqüência de Zadoff-Chu de extensão N pode ser expressa no domínio da freqüência como:

$$X_{ZC}^{(u)}(k) = e^{-j\pi u \frac{k(k+1)}{N}}$$

onde u é o índice da seqüência de Zadoff-Chu com o conjunto de seqüências de Zadoff-Chu de extensão $N = 838$. Além de uma seqüência de Zadoff-Chu – a seguir também denotadas por seqüências de preâmbulo de seqüências múltiplas raiz, podem ser derivadas por deslocamento cíclico, onde um deslocamento é dado por

$$s_{u,v}(n) = s_u(n - vN_{CS} \bmod N),$$

onde s_u é a transformada de Fourier discreta inversa (IDFT) de

$$X_{ZC}^{(u)}(k)$$

Devido ao ACF ideal da seqüência de Zadoff-Chu, seqüências mutuamente ortogonais múltiplas podem ser derivadas de uma única seqüência raiz, por deslocamento cíclico de uma seqüência raiz múltipla, vezes o tempo de ida e volta máximo permitido mais o espalhamento de retardo no domínio do tempo. O número de deslocamentos e o número de

preâmbulos que podem ser derivados de uma seqüência raiz depende, por exemplo, da cobertura da célula.

Detecção de Preâmbulo

Um receptor no eNodeB correlaciona o sinal recebido com todas as seqüências raiz (seqüências de Zadoff-Chu) alocadas ao eNodeB, ver Figura 8. Se a correlação (altura do pico de correlação) devido a um preâmbulo é mais alta que o limite de detecção, então o preâmbulo é detectado. Entretanto, se a correlação é mais baixa que o limite de detecção, então o preâmbulo não é detectado. No último caso, há uma perda de detecção. A probabilidade de perda de detecção é a probabilidade de que a correlação entre a seqüência raiz e o sinal recebido seja menor que o limite de detecção, quando de fato um preâmbulo foi enviado (isto é, há uma perda de detecção).

Controle de Potência RACH

O controle de potência para RACH em LTE é conforme segue:

$$P_{RACH}(N) = \min\{P_{MAX}, P_{O_RACH} + PL + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preamble}\}$$

onde

- P_{RACH} é a potência de transmissão do preâmbulo,
- $N = 1, 2, 3, \dots$ é o número da tentativa RACH,
- P_{MAX} é a potência máxima do UE,
- P_{O_RACH} é um parâmetro específico de célula de 4 bits, sinalizado via BCCH com uma granularidade de 2 dB (diferença em P_{O_RACH} entre máximo e mínimo é de 30 dB),
- PL é a perda de caminho estimada pelo UE,
- Δ_{RACH} é a etapa de subida de potência sinalizada via BCCH e representada por 2 bits (4 níveis) com uma granularidade de 2 dB,
- $\Delta_{Preamble}$ é um deslocamento com base em preâmbulo (formato 0-3), ver Seção 0 acima.

Notar que tentativas RACH, $N = 2, 3, 4, \dots$ inclui

retransmissões onde

- nenhuma mensagem de Resposta RA foi recebida pelo UE (ver Figura 4),
- a mensagem de Resposta RA é destinada a um outro preâmbulo (UE),
- a resolução de contenção falhou e o UE tem que tentar acesso randômico novamente.

Em essência, o UE aumentará sua potência de transmissão até que o acesso à rede seja concedido. Há tipicamente um limite superior no número de transmissões e, então, o número da potência aumenta.

Indicadores de Desempenho Relacionados a Acesso Randômico

O UE executa um procedimento de subida de potência, onde o UE aumenta sua potência para a transmissão do preâmbulo subsequente, se o UE não teve acesso autorizado devido a uma detecção de preâmbulo perdida ou contenção. O desempenho desejado de RACH pode ser especificado em termos da probabilidade de acesso $AP(m)$, que é a probabilidade de que o UE tenha acesso após um certo número de tentativas de acesso randômico $m = 1, 2, 3, \dots$. Por exemplo, podemos requerer que a probabilidade de acesso deva ser maior que 0,8 e 0,95 nas tentativas 1 e 3, respectivamente, isto é, $AP(1) > 0,8$ e $AP(3) > 0,95$.

Alternativamente, o desempenho desejado pode ser especificado em termos do retardo de acesso, que é o retardo a partir da tentativa de acesso randômico inicial, até que o acesso seja autorizado. Similarmente ao acima, o desempenho RACH pode ser especificado em termos da probabilidade de retardo de acesso $ADP(\delta)$, que é a probabilidade de que o retardo de acesso seja menor. É possível especificar o desempenho desejado em termos de duas exigências de retardo de acesso, por exemplo, $ADP(20ms) < 0,8$ e $ADP(40ms) < 0,95$.

Alternativamente, as exigências podem ser especificadas em

termos do retardo de acesso $AD(p)$ para um dado percentual p das tentativas de acesso randômico, por exemplo, $AD(0,8) < 20$ ms e $AD(0,95) < 40$ ms, implicando em que o retardo de acesso precisa ser menor que 20 ms e 40 ms para 80% e 95% das tentativas de acesso randômico, respectivamente.

5 Ainda mais, a probabilidade de acesso AP e probabilidade de retardo de acesso ADP são funções de dois fatores chave, a saber, a probabilidade de perda de detecção de preâmbulo e a probabilidade de contenção. A probabilidade de perda de detecção DMP(m) na tentativa m é a probabilidade de um preâmbulo, transmitido na tentativa m não ser detectado
10 no eNodeB. A probabilidade de contenção CP é a probabilidade de que um UE não tenha acesso autorizado, devido a uma colisão de preâmbulo, isto é, que dois ou mais UEs tenham escolhido o mesmo preâmbulo (o que é detectado) durante a mesma oportunidade de acesso randômico.

Sinalização de Controle de Enlace Ascendente

15 Para habilitar a estação base eNB a adquirir informação dos UEs, diferentes mecanismos de sinalização foram definidos para LTE. A informação pode ser interna do UE, indicando, por exemplo, estado da armazenagem temporária ou potência usada ou pode ser externa, indicando, por exemplo, qualidade de canal ou potência recebida.

20 Sinalização de controle L1

 Informação com exigências de tempo muito apertadas são enviadas no Canal de Controle de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) ou é multiplexada com transmissões de dados de enlace ascendente no Canal Compartilhado de Enlace Descendente Físico (PUSCH). Esta transmissão é
25 rápida, porém não tão robusta, pois não é protegida por quaisquer retransmissões de camada mais alta. Exemplos de informação que é enviada com a sinalização de controle da Camada 1 (L1) é HARQ ack/nacks, requisições de programação (SR) e Indicadores de Qualidade de Canal (CQI).

 Sinalização de controle MAC

Um meio mais robusto e dinâmico de enviar informação de controle de enlace ascendente é pelos elementos de controle MAC. Transmissões de enlace ascendente no canal compartilhado de enlace ascendente (UL-SCH) consistem de um ou mais elementos MAC. Os elementos são concatenados antes da codificação de canal e cada um tem seu próprio cabeçalho MAC. Os elementos de controle MAC são mais lentos que a sinalização L1, uma vez que podem ser retransmitidos no caso de erros de decodificação, porém isto também faz com que sejam mais robustos contra erros de canal. Exemplos de informação enviada por elementos de controle MAC são relatórios de reserva de potência e relatórios de estado da armazenagem temporária. O tipo de elemento de controle é identificado por um campo LCID no cabeçalho MAC.

Sinalização de controle RRC

Para relatório lento de Controle de Recurso Rádio (RRC), é usada sinalização. Este relatório torna-se muito robusto, uma vez que é protegido pela verificação de Modo Reconhecido (AM) do Controle de Enlace Rádio (RLC), significando que as unidades de dados são providas com números de seqüência, e as unidades de dados recebidos são reconhecidas. Isto também torna este relatório algo lento, e a sobrecarga do cabeçalho é bastante grande. Porém, para relatório lento com um grande número de bits é um relatório flexível e robusto. Medições em células vizinhas, sejam E-UTRAN ou outras tecnologias de acesso rádio, são enviadas pela sinalização de controle RRC.

O procedimento de acesso randômico flexível em LTE é associado a um grande número de parâmetros que afetam o desempenho. Alguns destes parâmetros podem ser configurados off-line uma vez para todos, ou com bases em medições no eNodeB. Como a configuração dos parâmetros afeta o desempenho, é desejado prover um método e aparelho habilitando uma configuração eficiente dos parâmetros. No sentido de

No sentido de prover a rede/sistema de dados para observar o procedimento de acesso randômico, o equipamento de usuário mede e armazena dados necessários para computar medições a serem relatadas ao sistema. O equipamento de usuário gera adicionalmente um relatório de medição, e
5 transmite o relatório de medição com base em um evento de disparo.

De acordo com uma realização, o UE relata um número de preâmbulos transmitido N e indica se uma contenção ocorreu.

De acordo com uma realização, o UE relata o número de preâmbulos transmitido N_m devido a perda de detecção de preâmbulo e o
10 número de preâmbulos transmitido N_c devido a contenção.

De acordo com uma realização, o UE pode relatar o número total de preâmbulos transmitido N e o número de retransmissões devido a congestionamento N_c .

De acordo com uma realização, o UE relata o tempo absoluto
15 quando uma primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

De acordo com uma realização, o UE relata a diferença entre o tempo em que o acesso é autorizado e o tempo em que a primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

De acordo com uma realização, o UE relata um indicador,
20 indicando se o UE usou uma potência de transmissão igual a P_{MAX} em quaisquer das tentativas de transmissão de preâmbulo, onde P_{MAX} é a potência de transmissão máxima.

De acordo com uma realização, o UE recebe uma configuração de medição de relatório a ser usada codificada em uma mensagem de Controle de Recurso Rádio (RRC), em particular uma mensagem de Configuração de
25 Conexão RRC.

De acordo com uma realização, os relatórios do UE são enviados como mensagens de Controle de Recurso Rádio (RRC).

De acordo com uma realização, um Canal de Acesso

Randômico (RACH), relatório de informação relativo a um procedimento de acesso randômico recente, é enviado sob demanda ao receber uma requisição direta do sistema.

5 A invenção também se estende a equipamento de usuário adaptado para executar tais métodos. Em adição, a invenção se estende a um nó de rede, em particular uma estação base de rádio, e um método no nó de rede para executar as etapas do método correspondente no lado da rede.

10 Então, em um método e aparelho correspondente, em um sistema de comunicação para medir e relatar informação necessária para observar o desempenho e comportamento de acesso randômico em um sistema rádio celular, tal como medições de um sistema LTE, são gerados no UE e relatados à rede, em particular a estação base de rádio. Em particular, a informação relaciona-se à situação percebida pelo UE. Medições relatadas à rede são configuráveis e o disparo do relatório de medição pode ser
15 configurado para prover eficientemente a rede de informação relevante. As medições relatadas podem ser usadas para melhorar a configuração dos parâmetros de Acesso Randômico usados no sistema rádio, configurando automaticamente parâmetros de acesso rádio em resposta às medições relatadas pelos UEs.

20 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção será agora descrita em mais detalhe, por meio de exemplos não limitantes, e com referência aos desenhos que a acompanham, nos quais:

- 25 - Figura 1 é uma vista ilustrando arquitetura LTE,
- Figuras 2 e 3 ilustram diferentes estruturas de quadro,
- Figura 4 ilustra um procedimento de acesso randômico,
- Figura 5 ilustra temporização de salva de acesso,
- Figura 6 ilustra a estrutura Tempo-freqüência de acesso randômico não sincronizado para FDD,

- Figura 7 ilustra preâmbulos de acesso randômico,
- Figura 8 ilustra um procedimento de correlação efetuado pelo receptor no Nó B,
- Figura 9 é um fluxograma ilustrando alguns eventos de procedimento executados em um UE, ao disparar um relatório,
- Figura 10 é uma vista ilustrando um relatório de informação de procedimento de Acesso Randômico enviado sob demanda,
- Figura 11 é uma vista ilustrando um relatório de informação RACH disparado por um procedimento RA bem sucedido,
- Figura 12 é uma vista ilustrando etapas efetuadas ao prover informação de desempenho e comportamento de acesso randômico para uma rede rádio celular, e
- Figura 13 é uma vista de um sistema rádio celular adaptado para observar o desempenho e comportamento do acesso randômico em uma rede rádio celular.

DESCRIÇÃO DETALHADA

De acordo com uma realização da presente invenção, um método compreendendo as etapas a seguir pode ser empregado, no sentido de prover informação de medição e relatório necessária para observar o desempenho e comportamento de acesso randômico em um sistema rádio celular, tal como um sistema LTE.

- medição,
- configuração de medição,
- relatório de medição e disparo desta.

Medição

No sentido de estimar a probabilidade de acesso, retardo de acesso e se os UEs são limitados em potência, a seguinte medição pode ser usada isoladamente ou em uma combinação adequada.

Medições Relacionadas ao Número de Tentativas de

Transmissão de Preâmbulo

Um UE pode não ter o acesso autorizado, devido a uma perda de detecção de preâmbulo ou uma contenção, conforme descrito acima. Para estimar a probabilidade de acesso e a razão da falha, dada uma tentativa de acesso randômico, é útil que o UE indique e relate o número de preâmbulos transmitidos N_m , devido a perda de detecção de preâmbulo e o número de preâmbulos transmitidos N_c devido a contenção. Por exemplo, supondo que o UE requereu um total de 5 tentativas para adquirir acesso, e que o número de retransmissões de preâmbulo devido a perda de detecção é 3 e o número de retransmissões devido a contenção é 1, então $N_m = 3$ e $N_c = 1$. Notar que $N = N_m + N_c + 1$, onde N é o número de tentativas de acesso randômico.

De acordo com uma realização, o UE pode relatar o número total de preâmbulos transmitido N e o número de retransmissões devido a congestionamento N_c . No exemplo acima, isto significa $N = 5$ e $N_c = 1$.

De acordo com uma realização, o UE pode relatar o número total de preâmbulos transmitidos N e o número de retransmissões devido a perda de detecção N_m . No exemplo acima, isto significa $N = 5$ e $N_m = 3$.

De acordo com uma realização, o UE pode relatar o número de preâmbulos transmitido N e indicar se ocorreu uma contenção. Isto é útil ao estimar a probabilidade de perda de detecção, isto é, DMP como retransmissões devido a contenções, não são capturadas nas estatísticas. Em tal caso, todos os relatórios onde a contenção é indicada podem ser excluídos dos cálculos de DMP.

De acordo com uma realização, o UE pode relatar somente o número de preâmbulos transmitido N_m devido a perda de detecção de preâmbulo.

De acordo com uma realização, o UE relata o número de preâmbulos transmitido N e indica todas as retransmissões que foram devidas a contenção, por exemplo, como um bitmap onde cada bit indica se um

preâmbulo transmitido foi retransmitido devido a contenção ou não.

Durante uma sobrecarga transitória, o eNodeB pode escolher não responder a um conjunto de UEs, embora seus preâmbulos sejam detectados. Essencialmente, os UEs percebem isto como uma perda de detecção de preâmbulo e isto poderia causar erros de estimativa ao estimar DMP. Durante uma sobrecarga, o eNodeB pode escolher configurar um indicador de “*redução*” na mensagem de Resposta de Acesso Randômico. A entidade de medição N_m definida acima deve ser estendida de tal modo que N_m é o número de preâmbulos transmitido, devido a perda de detecção de preâmbulo, condicionado a que “*redução*” não é indicado (ou $B = 0$). Alternativamente, o UE pode indicar que “*redução*” foi aplicado durante o procedimento de acesso randômico (para todas as tentativas).

Medições Relacionadas a Retardo de Acesso

Para estimar o retardo de acesso do UE, AD, é útil que o UE indique o tempo da primeira tentativa de acesso randômico.

Em um primeiro modo, o UE relata o tempo absoluto em que a primeira tentativa de acesso randômico ocorreu. Isto pode ser feito indicando o SFN e sub quadro no qual a primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

Em um segundo modo, o UE relata a diferença entre o tempo em que o acesso é autorizado e o tempo em que ocorreu a primeira tentativa de acesso randômico. Por exemplo, suponhamos que a primeira tentativa ocorreu no tempo SFN = 100 e sub quadro 3, e o tempo em que o acesso é autorizado é SFN = 102 e sub quadro 8. Isto implica em que o retardo de acesso é de 2 quadros de sistema e 5 sub quadros, o que é igual a 25 ms. O AD pode ser relatado, por exemplo, em termos de:

- número de sub quadros n_{sf} (a partir da tentativa inicial até o acesso ser concedido)
- número de módulos de oportunidade de acesso randômico n_s que decorreram desde a primeira tentativa

- intervalos de sub quadro e módulos de oportunidade de acesso randômico, conforme exemplificado na Tabela 1

- número de módulos de oportunidade plausíveis, excluindo os módulos que o UE não pode usar, devido a tempos de espera e temporizadores estipulados

Tabela 1 Retardo de acesso expresso em termos de intervalos e representado por 2 bits

Intervalo de retardo de acesso	Valor de retardo de acesso (ms)
1	1-2
2	3-5
3	6-10
4	11-20

Indicação de Limitação de Potência

No sentido de determinar se os UEs são limitados em potência, ao transmitir o preâmbulo de acesso randômico, é útil para os UEs indicar isto. Caso os UEs sejam limitados em potência, um formato habilitando a transmissão de preâmbulos de acesso randômico repetidos, dobra a energia recebida e aumenta a probabilidade de detecção de preâmbulo correta.

Os UEs podem relatar um indicador, indicando se o UE usou uma potência de transmissão igual a P_{MAX} em qualquer das tentativas de transmissão de preâmbulo, onde P_{MAX} é a potência de transmissão máxima.

De acordo com uma realização, os UEs podem indicar sua potência de transmissão máxima desejada para todas as tentativas, onde a potência de transmissão desejada é definida por:

$$P_{des} = P_{O_RACH} + PL + (N - 1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preamble}$$

De acordo com uma realização, um UE indica se a potência de transmissão desejada P_{des} é maior que um certo limite P_{th} .

De acordo com uma realização, UEs podem relatar a reserva de potência mínima, isto é, a diferença entre a potência de transmissão máxima e a potência de transmissão desejada, onde a reserva de potência é definida como:

$$P_{HR} = P_{MAX} - P_{des} = P_{MAX} - (P_{O_RACH} + PL + (N-1)\Delta_{RACH} + \Delta_{Preamble})$$

De acordo com uma realização, os UEs podem relatar um indicador, indicando se o UE possui reserva de potência menor que um limite P_{th} em qualquer das tentativas de transmissão de preâmbulo, isto é,

$$P_{HR} = P_{MAX} - P_{des} < P_{th}$$

Combinação de Medições

5 Deve ser entendido que uma combinação adequada das medições acima mencionadas pode ser relatada pelos UEs. Por exemplo, as seguintes medições podem ser relatadas pelos UEs:

- número de tentativas de acesso randômico e o indicador de contenção
- 10 • se a potência de transmissão desejada P_{des} é maior que um limite especificado P_{th}

Medições Históricas

Medições históricas são muito úteis no sentido de obter uma estimativa compreensiva e rica dos indicadores de desempenho RACH relatados. Um UE relata um número de medições como uma função do tempo. A descrição abaixo não está restrita a uma noção de tempo particular, pois o tempo pode ser indicado por qualquer noção que progrida com o tempo, por exemplo, sub quadros e oportunidades de acesso randômico.

Um subconjunto (incluindo o conjunto total) das seguintes 20 medições listadas abaixo pode ser relatado pelo UE.

- Instante de cada transmissão de preâmbulo
- Instante dos módulos de oportunidade de acesso randômico, excluindo os módulos que
- 25 • - o UE não pode usar devido a tempos e temporizadores de espera estipulados
- - o UE transmitiu um preâmbulo
- Deficiência de cada transmissão de preâmbulo, que pode

ser um dos seguintes valores:

- - perda de detecção de preâmbulo
- - sobrecarga, isto é, o preâmbulo transmitido pelo UE não foi detectado e o valor de “*redução*” > 0 foi configurado pelo eNodeB
- 5 • - falha de resolução de contenção (isto é, o UE perdeu a resolução de contenção)
- - acesso, isto é, o UE teve acesso autorizado
- Indicação de limitação de potência, por exemplo, potência de transmissão
- 10 • Preâmbulo transmitido

As medições podem ser codificadas usando uma variedade de modos, conforme descrito abaixo.

“Instante de cada tentativa de acesso randômico” e “Instante dos módulos de oportunidade de acesso randômico, excluindo o módulo”

- 15 Esta informação pode ser codificada usando uma máscara de bits, isto é, uma série de bits onde cada bit representa o estado de um sub quadro. O valor “1” indica uma transmissão de preâmbulo e o valor “0” indica que o UE não transmitiu um preâmbulo. A extremidade direita da máscara de bits, o bit menos significativo, representa o sub quadro da última tentativa, que resulta em acesso. A extremidade esquerda da máscara de bit, o bit mais significativo, representa o sub quadro gravado mais cedo.
- 20

Deficiência de cada transmissão de preâmbulo

- Para cada transmissão de preâmbulo indicada, a deficiência pode ser codificada usando 1-2 bits, dependendo do tamanho do conjunto de deficiências. Se apenas perda de detecção de preâmbulo e falha de resolução de conteúdo devem ser indicadas, então um bit é suficiente.
- 25

Indicação de limitação de potência

Para cada transmissão de preâmbulo indicada, a indicação de limitação de potência pode ser codificada como:

- A potência de transmissão P_{RACH} , potência de transmissão desejada P_{des} ou reserva de potência P_{HR} codificando com uma certa precisão, codificando alternativamente usando representação tabular, onde cada fila (valor) é mapeado para o intervalo de potência.

5 • 1 bit, indicando se o UE usou uma potência de transmissão igual a P_{MAX} em qualquer das tentativas de transmissão de preâmbulo.

- 1 bit, indicando se a potência de transmissão desejada P_{des} (ou a reserva de potência) é maior (menor) que um certo limite P_{th} .

Configuração de Medição e Relatório

10 Abaixo, alguns métodos de configuração de medição e relatório típicos são descritos. Um UE pode ser configurado para:

- medir e armazenar dados necessários para computar as medições que devem ser relatadas, e
- relatar as entidades de medição.

15 Em uma realização típica, a medição e armazenagem de dados necessários para computar as medições e relatar as medições é ativada ou desativada.

Em uma realização, o conjunto de medições que precisa ser relatado é indicado, bem como quando as medições são relatadas.

20 Primeiro Modo

Em um primeiro modo típico de operação, os UEs são adaptados para medir continuamente e armazenar dados necessários para computar a medição e relatar medições configuradas para serem relatadas.

Segundo Modo

25 Em um segundo modo típico de operação, o segundo modo, Informação de Sistema, ver 3GPP TS 36.331, Controle de Recurso Rádio, transmitido através da célula, transporta a medição e configuração de relatório.

Terceiro Modo

Em um terceiro modo típico de operação, a medição e relatório são configurados usando sinalização RRC. No caso de relatório de medição via elementos de controle MAC, a configuração MAC para o canal compartilhado de enlace ascendente pode ser modificada para incluir um
5 indicador que habilita a medição, armazenagem de dados necessários para computar as entidades de medição e relatar as entidades de medição RACH, após acesso randômico bem sucedido, ou informação detalhada sobre o que o relatório de medição RACH conterá e quando será relatado.

- Se a configuração MAC no contexto RRC atual habilita o
10 relatório de medição RACH, então o UE relata o elemento de controle MAC juntamente com a próxima transmissão de enlace ascendente, ou dentro de um tempo configurável após um procedimento RA bem sucedido.

- Se o UE recebe uma configuração MAC atualizada via Reconfiguração de Conexão RRC, o UE pode relatar a medição RACH
15 concernente aos procedimentos RA bem sucedidos mais recentes (de acordo com a configuração mais recente).

No caso de relatório de medição autônomo via RRC, conforme descrito acima, o UE é informado se um relatório de medição RACH é esperado após um procedimento RA bem sucedido, os conteúdos de relatório
20 (podem ser opcionais) e um temporizador dentro do qual a informação é esperada (pode ser opcional).

- Se o relatório RACH é habilitado, o UE relata UERACHInformation conforme configurado.

Quarto Modo

25 Em um quarto modo de operação típico, a configuração de medição e relatório é codificada na mensagem de resposta de Acesso Randômico.

Quinto Modo

Em um quinto modo de operação típico, a configuração de

medição e relatório é codificada em uma mensagem RRC. Em particular, a configuração de medição e relatório é codificada em uma mensagem de Configuração de Conexão RRC.

Disparo de Relatório de Medição

5 O relatório de medições pode ser disparado em um número de maneiras diferentes. Alguns exemplos são dados abaixo.

Relatório MAC

10 As entidades de medição RACH (informação RACH) podem ser relatadas usando um elemento de controle MAC. Uma solução básica é relatar a informação RACH quando dados são transmitidos em PUSCH após cada tentativa RACH bem sucedida. Para limitar a quantidade de sobrecarga, um UE pode ser configurado com um conjunto de disparos de relatório. Os disparos de relatório podem, por exemplo, ser configurados conforme segue:

15 O UE transmite informação RACH quando uma ou múltiplas de um conjunto de condições de disparo de relatório, incluindo, por exemplo, as condições a seguir, são satisfeitas:

- A. O número de tentativa RA bem sucedidas desde que um relatório RA foi previamente transmitido é mais do que $Thl_{attempts}$
- B. O tempo que decorreu desde que um relatório RA foi previamente relatado é mais que Thl_T
- 20 C. Número de tentativas RA N é maior que Thl_N e menor que $Th2_N$
- D. Retardo de acesso, por exemplo, n_{sf} maior que Thl_{nsf} e menor que $Th2_{nsf}$
- E. N_m é maior que Thl_{Nm} é menor que $Th2_{Nm}$
- 25 F. A diferença entre a potência de transmissão máxima P_{MAX} e a potência de transmissão P_{RACH} usada, por exemplo, na última tentativa RA, é maior que Thl_p dB
- G. N_C é maior que Thl_{Nc} e menor que $Th2_{Nc}$
- H. A reserva de potência P_{HR} é menor que Thl_{PHR}

Os limites $Th1^*$ e $Th2^*$ (onde “*” representa uma variável) definidos acima podem todos ser configurados usando sinalização de camada mais alta (RRC) ou serem constantes.

Um fluxograma ilustrando etapas de procedimento executadas em um UE típico configurado com disparos, é mostrado na Figura 9. Então, primeiramente, em uma etapa 901, é verificado se o número N é maior que um primeiro limite. A seguir, em uma etapa 903, é verificado se o número é menor ou maior que $Th1_{Nc}$ e menor que $Th2_{Nc}$. Se o resultado é sim, em ambas etapas 901 e 903, um relatório de transmissão RA é disparado.

Alguns desses disparos podem ser configurados de tal modo que o eNB obtém informação útil também quando nenhum relatório é disparado. Há vários exemplos. Nos exemplos, o disparado A é usado quando $Th1_{attempts} = 0$, porém combinações não são limitadas a este caso.

Em uma realização, o UE pode ser configurado com um disparador de relatório C com $Th1_N = 1$ e $Th2_N = \text{infinito}$. Esta combinação de disparador significa que o eNB sabe que se não obtiver relatório, o número de tentativa de RA requerido é 1.

Uma outra realização é configurar o UE com disparador de relatório F. Se o eNB não recebe um relatório RACH, este sabe que a diferença entre a potência máxima P_{MAX} e a potência usada P_{RACH} é menor que $Th1_p$ dB.

Uma terceira realização é configurar o UE com disparador de relatório G, com $Th1_{Nc} = 1$ e $Th2_{Nc} = \text{infinito}$. Se o eNB não recebe um relatório, neste caso sabe que nenhuma das tentativas RACH falhou devido a contenção.

Uma quarta realização é configurar o UE com disparador de relatório C, $Th1_N = 1$, $Th2_N = \text{infinito}$, disparador F, $Th1_p = 0$ e disparador G, $Th1_{Nc} = 1$. Neste caso, o eNB somente receberá um relatório se o UE falhou em uma tentativa RACH devido a perdas de detecção.

Uma quinta realização é configurar o UE com disparador de relatório H, $Thl_{PHR} = 0$ dB. Neste caso, o eNodeB somente receberá um relatório se o UE for limitado em potência. No relatório, é possível incluir informação sobre a última tentativa para acessar ou coletar informação através de um período configurável ou número de tentativas mais longo.

Os disparadores de relatório definidos acima podem também ser aplicados a outros métodos de relatório, tal como relatório RRC.

Relatório RRC

Em uma realização, os relatórios de UE são enviados como mensagens RRC, significando que o relatório de mensagem é com base em mensagens RRC.

Também, em uma realização típica, um relatório de informação RACH 1001 relativo a um procedimento de acesso randômico recente é enviado sob demanda, após uma requisição direta 1003 a partir da rede. Isto é exibido na Figura 10.

Em uma realização típica, o relatório de informação RACH é disparado por um procedimento RA bem sucedido e enviado como uma mensagem RRC, tão logo seja possível dentro de um tempo configurável.

Figura 11 exibe relatório de informação de procedimento de acesso randômico 1101 enviado possivelmente dentro de um tempo configurável para E-UTRAN, disparado por um processo de RA bem sucedido.

Usar os métodos e aparelhos conforme descrito acima, alivia as deficiências com soluções conhecidas para observar o desempenho de acesso randômico em um sistema rádio celular, em particular um sistema LTE. Em particular, a informação relacionada à situação experimentada pelo UE, que parcialmente não pode ser observada usando tecnologia existente, pode ser observada usando os métodos e aparelhos descritos. Isto habilita, não só observação precisa e compreensiva do desempenho de acesso randômico,

como também habilita a sintonia automática do canal de acesso randômico e procedimentos relacionados. Isto, por sua vez, apresenta várias implicações, por exemplo,

- Muito pouca ou nenhuma intervenção humana é requerida ao otimizar parâmetros RA, resultando em uma redução de OPEX.
- Os métodos apresentados são com bases em informação realimentada e, como tal, o processo de otimização de RA é sensível a mudanças nas condições de propagação rádio na célula.
- Modelos de propagação rádio com bases, por exemplo, em topologia, não são necessários, uma vez que a invenção se apóia na informação de realimentação a partir do Equipamento de Usuário e Estações Base.

Na Figura 12, são exibidas algumas etapas efetuadas em um equipamento de usuário ao prover dados para observar o desempenho relacionado a Acesso Randômico em um sistema rádio celular. Primeiramente, em uma etapa 1201, o UE mede e armazena dados necessários para computar medições a serem relatadas. O UE pode ser configurado para determinar os dados relevantes de um número de modos diferentes, como é descrito acima. A seguir, em uma etapa 1203, o UE gera um relatório de medição compreendendo os dados relevantes. Por isso, o relatório de medição é transmitido ao sistema rádio celular com base em um evento de disparo em uma etapa 1205.

Na Figura 13, um sistema rádio celular 100 tal como um sistema LTE, é exibido. Figura 13 exhibe uma estação base eNB 101, compreendendo um módulo 103 para configuração e recepção de desempenho observado relatado de Acesso Randômico em um sistema rádio celular. Figura 13 exhibe adicionalmente um dentre muitos Equipamentos de Usuário (UEs) 105 possíveis, comunicando-se com a estação base 101. O UE compreende uma unidade 107 para medir e armazenar dados necessários para

computar medições a serem relatadas. O UE pode ser configurado para determinar os dados relevantes de um número de modos diferentes, conforme é descrito acima.

5 A unidade 107 é também adaptada para gerar relatório de medição compreendendo os dados relevantes a serem relatados, com base em um evento de disparo.

Então, em um método e aparelho correspondente em um sistema de comunicação para medir e relatar informação necessária para observar o desempenho e comportamento de acesso randômico em um sistema rádio celular, tal como um sistema LTE, são geradas medições no UE e relatadas à rede, em particular à estação base de rádio. Em particular, a informação relaciona-se à situação percebida pelo UE. As medições relatadas à rede são configuráveis, e o disparo de relatório de medição pode ser configurado para prover eficientemente a rede de informação relevante. As medições relatadas podem ser usadas para melhorar a configuração de parâmetros de acesso randômico usados no sistema rádio, configurando automaticamente parâmetros de acesso randômico em resposta às medições relatadas pelos UEs.

10

15

REIVINDICAÇÕES

1. Método em um equipamento de usuário para obter dados para observar desempenho relacionado a Acesso Randômico em um sistema rádio celular, onde o equipamento de usuário pode se conectar ao sistema, o método compreendendo as etapas de:

medir (1201) e armazenar dados necessários para computar medições a serem relatadas;

gerar (1203) um relatório de medição e o método sendo **caracterizado** pelo fato de:

transmitir (1205) o relatório de medição quando um ou um múltiplo de um conjunto de condições de disparo de relatório são atendidos, em que o relatório inclui uma indicação de se uma contenção ocorreu.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário relata o número de preâmbulos transmitidos N_m devido à perda de detecção de preâmbulo e o número de preâmbulos transmitidos N_c , devido a contenção.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário relata o tempo absoluto quando uma primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário relata a diferença entre o tempo quando o acesso é concedido e o tempo quando a primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário relata um indicador, indicando se o equipamento de usuário usou uma potência de transmissão igual a P_{MAX} em qualquer das tentativas de transmissão de preâmbulo, onde P_{MAX} é a

potência de transmissão máxima.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário recebe uma medição e configuração de relatório a serem usadas codificadas em uma mensagem de Controle de Recurso Rádio, RRC, em particular uma mensagem de Configuração de Conexão RRC.

7. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que os relatórios do equipamento de usuário são enviados como mensagens de Controle de Recurso Rádio, RRC.

8. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, **caracterizado** pelo fato de que medições são relatadas via elementos de controle de Controle de Acesso de Mídia, MAC.

9. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **caracterizado** pelo fato de que um relatório de informação de Canal de Acesso Randômico, RACH, relativo a um procedimento de acesso randômico recente, é enviado sob demanda quando receber uma solicitação direta do sistema.

10. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário relata o número total de preâmbulos transmitidos N e o número de retransmissões devido a contenção N_c .

11. Método em uma estação base de rádio para obter dados para observar desempenho relacionado a Acesso Randômico em um sistema rádio celular, onde um equipamento de usuário pode se conectar à estação base de rádio, o método compreendendo as etapas de:

receber a partir do equipamento de usuário dados relatados de medições executadas pelo equipamento de usuário, e **caracterizado** pelo fato de que os dados relatados incluem uma indicação de se uma contenção ocorreu e a

configuração de parâmetros de acesso randômico usados no sistema rádio celular através da configuração automaticamente dos parâmetros de acesso de rádio em resposta às medições recebidas a partir do equipamento de usuário.

12. Método, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que a demanda por um relatório de informação de Canal de Acesso Randômico, RACH, relativo a um procedimento de acesso randômico recente é transmitida.

13. Método, de acordo com a reivindicação 11 ou 12, **caracterizado** pelo fato de que uma medição e configuração de relatório a serem usadas pelo equipamento de usuário é transmitida codificada em uma mensagem de Controle de Recurso Rádio, RRC, em particular uma mensagem de Configuração de Conexão RRC.

14. Equipamento de usuário (105) adaptado para obter dados para observar desempenho relacionado a Acesso Randômico em um sistema rádio celular, onde o equipamento de usuário é conectável ao sistema, o equipamento de usuário compreendendo:

meios (107) para medir e armazenar dados necessários para computar medições a serem relatadas;

meios (107) para gerar um relatório de medição, e

caracterizado pelo fato de que

meios (107) para transmitir o relatório de medição quando um ou um múltiplo de um conjunto de condições de disparo de relatório são atendidos, em que o relatório inclui uma indicação de se uma contenção ocorreu.

15. Equipamento de usuário, de acordo com a reivindicação 14, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar o número de preâmbulos transmitido N_m , devido à perda de detecção de preâmbulo e o número de preâmbulos transmitido N_c , devido a contenção.

16. Equipamento de usuário, de acordo com a reivindicação 14 ou 15, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar o tempo absoluto quando uma primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

17. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 16, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar a diferença entre o tempo quando o acesso é concedido e o tempo quando a primeira tentativa de acesso randômico ocorreu.

18. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 17, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar um indicador, indicando se o equipamento de usuário usou uma potência de transmissão igual a P_{MAX} em qualquer das tentativas de transmissão de preâmbulo, onde P_{MAX} é a potência de transmissão máxima.

19. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 18, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para receber uma medição e configuração de relatório a serem usadas codificadas em uma mensagem de Controle de Recurso Rádio, RRC, em particular uma mensagem de Configuração de Conexão.

20. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 19, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar medições via elementos de controle de Controle de Acesso de Mídia, MAC.

21. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 20, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para enviar relatórios como mensagens de Controle de Recurso Rádio, RRC.

22. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das

reivindicações 14 a 21, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para enviar um relatório de informação de Canal de Acesso Randômico, RACH, relativo a um procedimento de acesso randômico recente, como resposta ao recebimento de uma requisição direta do sistema.

23. Equipamento de usuário, de acordo com qualquer uma das reivindicações 14 a 22, **caracterizado** pelo fato de que o equipamento de usuário é adaptado para relatar o número total de preâmbulos transmitido N e o número de retransmissões devido a contenção N_c .

24. Estação base de rádio (101) para obter dados para observar desempenho relacionado a Acesso Randômico em um sistema rádio celular, a estação base de rádio sendo conectável a um equipamento de usuário, a estação base de rádio compreendendo:

meios (103) para receber a partir do equipamento de usuário dados relatados de medições efetuadas pelo equipamento de usuário, e

caracterizada pelo fato de que os dados relatados incluem uma indicação de se uma contenção ocorreu, e

meios (103) para configurar parâmetros de acesso randômico usados no sistema rádio celular por configurar automaticamente os parâmetros de acesso de rádio em resposta às medições recebidas a partir do equipamento de usuário.

25. Estação base de rádio, de acordo com a reivindicação 24, **caracterizada** pelo fato de que a estação base de rádio é adaptada para transmitir uma demanda para um relatório de informação de Canal de Acesso Randômico, RACH, relativa a um procedimento de acesso randômico recente para o equipamento de usuário.

26. Estação base de rádio, de acordo com a reivindicação 24 ou 25, **caracterizada** pelo fato de que a estação base de rádio é adaptada para transmitir uma medição e configuração de relatório a serem usadas pelo

equipamento de usuário, codificadas em uma mensagem de Controle de Recurso Rádio, RRC, em particular uma mensagem de Configuração de Conexão RRC.

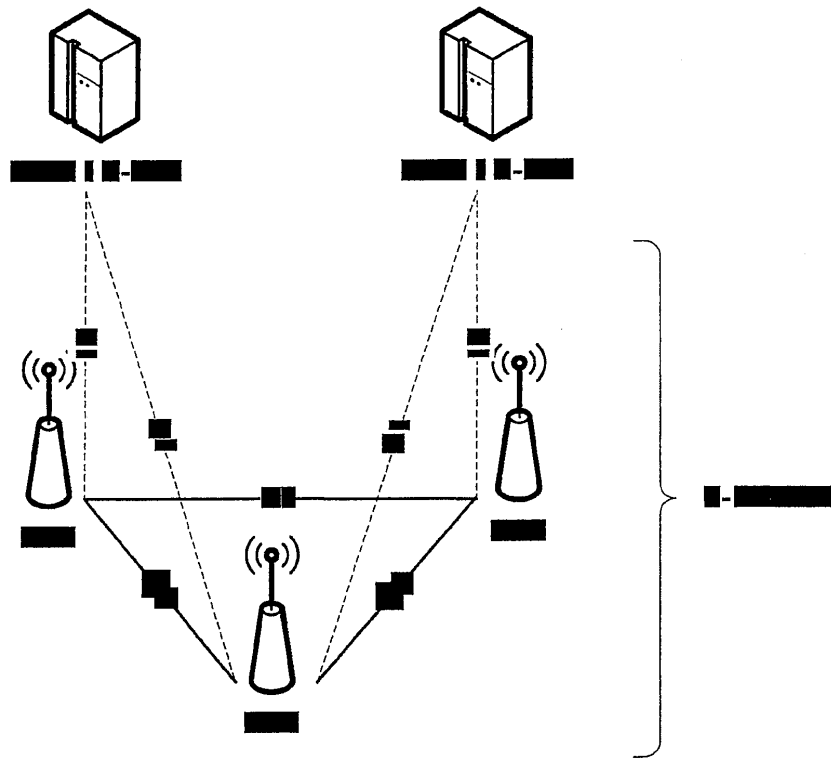


FIG. 1

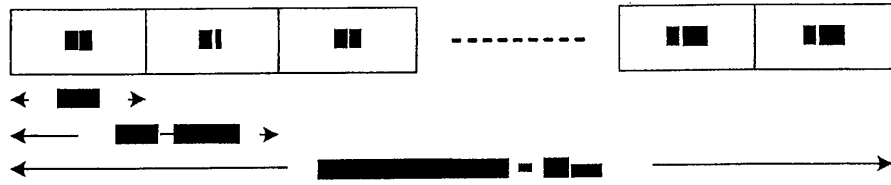


FIG. 2

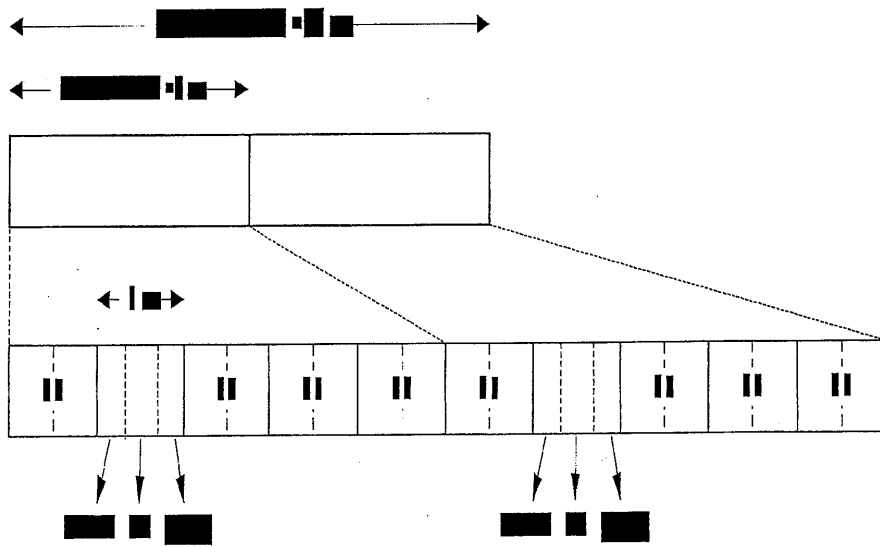


FIG. 3

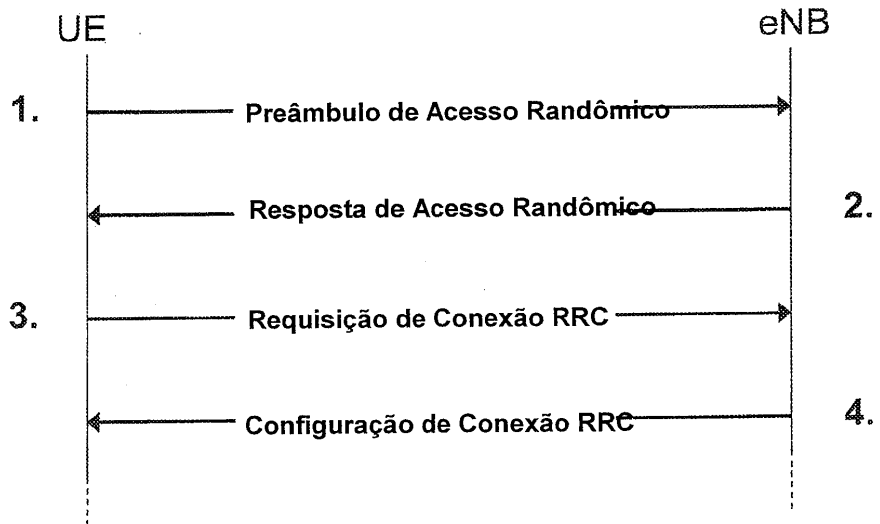


FIG. 4

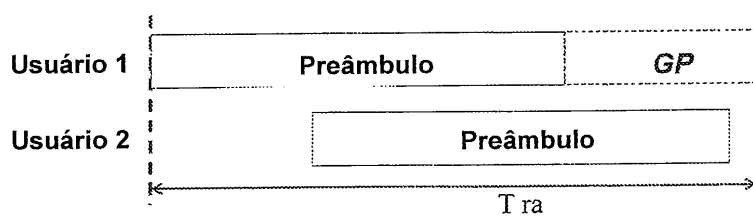


FIG. 5

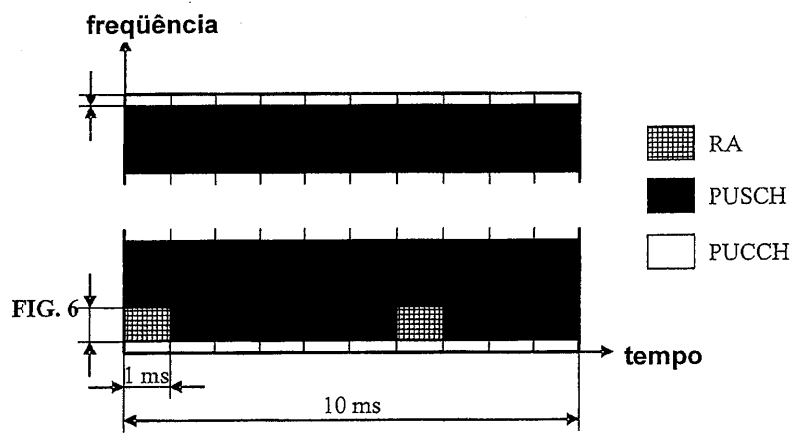
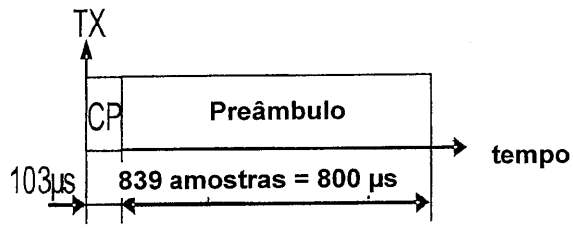
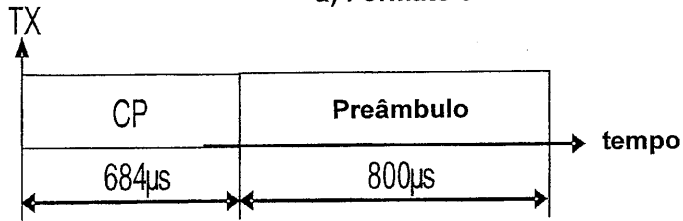


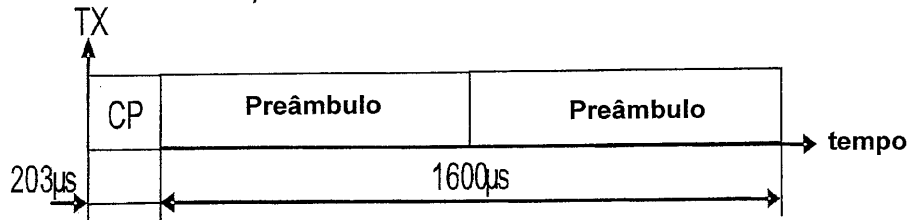
FIG. 6



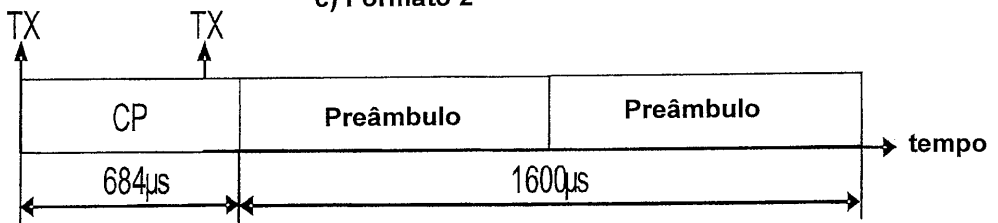
a) Formato 0



b) Formato 1



c) Formato 2



d) Formato 3

Figs 7a – 7d

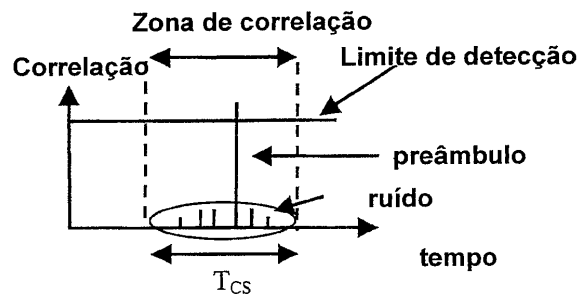


FIG. 8

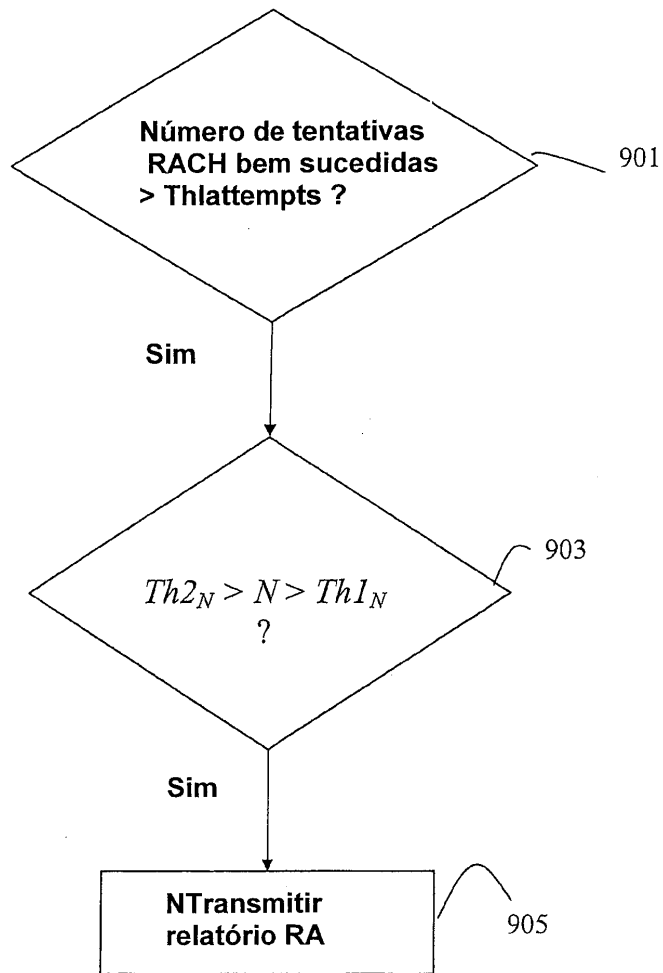


FIG. 9

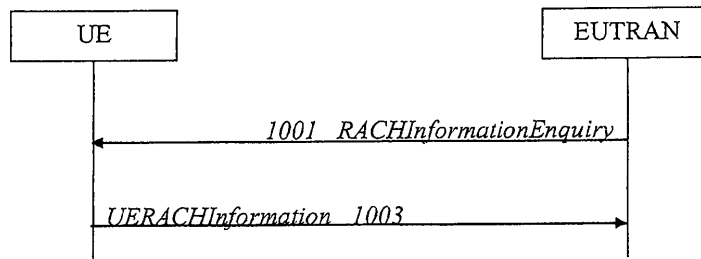


FIG. 10

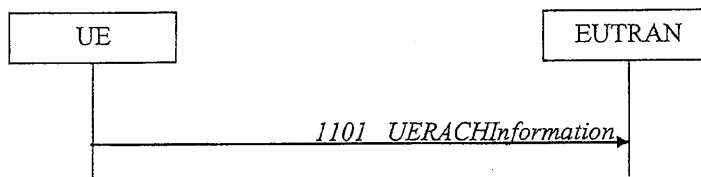


FIG. 11

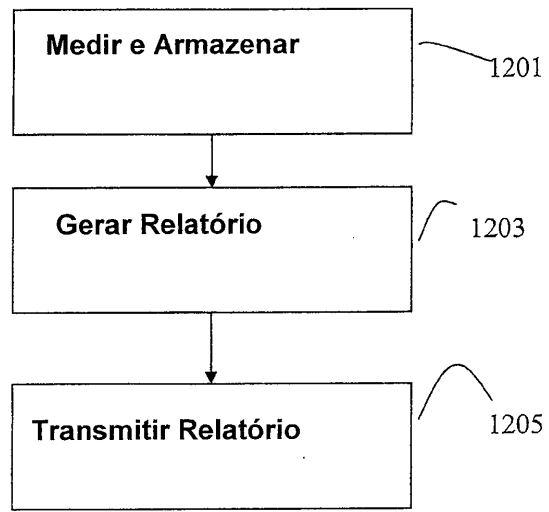


Fig. 12

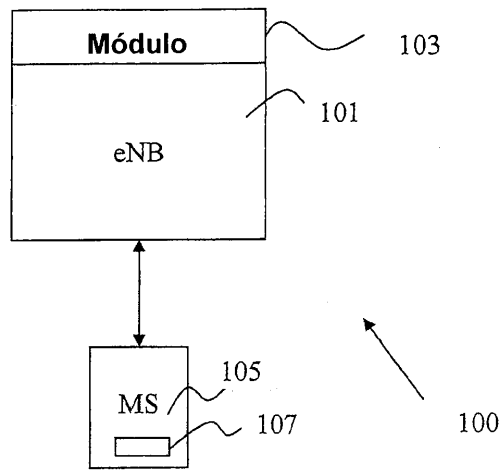


Fig. 13