



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

(11) BR 112013032029-0 B1



(22) Data do Depósito: 15/06/2012

(45) Data de Concessão: 26/04/2022

(54) Título: MÉTODO PARA TRANSMISSÃO DE UM CANAL FÍSICO DE CONTROLE DE ENLACE DESCENDENTE DENTRO DE UM PRIMEIRO CONJUNTO DE RECURSOS E TRANSMISSÃO DE UM PDCCH MELHORADO DENTRO DE UM SEGUNDO CONJUNTO DE RECURSOS, E DISPOSITIVO DE EQUIPAMENTO DE USUÁRIO

(51) Int.Cl.: H04L 27/26; H04L 1/00.

(30) Prioridade Unionista: 15/06/2011 US 61/497,330; 26/01/2012 US 61/591,067.

(73) Titular(es): SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD..

(72) Inventor(es): ARIS PAPASAKELLARIOU; JOON-YOUNG CHO; HYOUNG-JU JI.

(86) Pedido PCT: PCT KR2012004740 de 15/06/2012

(87) Publicação PCT: WO 2012/173425 de 20/12/2012

(85) Data do Início da Fase Nacional: 12/12/2013

(57) Resumo: EXTENSÃO DE SINALIZAÇÃO FÍSICA DE CONTROLE DE ENLACE DESCENDENTE EM UM SISTEMA DE COMUNICAÇÃO São fornecidos métodos e dispositivos para um equipamento de Usuário (UE) receber por um primeiro conjunto de recursos um canal físico de Controle de Enlace Descendente (PDCCH) de um primeiro tipo que inclui Elementos de Canal de Controle (CCEs) de um primeiro tipo, receber por um segundo conjunto de recursos um PDCCH de um segundo tipo que inclui CCEs de um segundo tipo, e determinar um recurso para transmissão de um sinal de reconhecimento em resposta e detecção do PDCCH do primeiro tipo ou em resposta a detecção do PDCCH do segundo tipo.

**MÉTODO PARA TRANSMISSÃO DE UM CANAL FÍSICO DE CONTROLE DE
ENLACE DESCENDENTE DENTRO DE UM PRIMEIRO CONJUNTO DE
RECURSOS E TRANSMISSÃO DE UM PDCCH MELHORADO DENTRO DE UM
SEGUNDO CONJUNTO DE RECURSOS, E DISPOSITIVO DE EQUIPAMENTO
DE USUÁRIO**

CAMPO TÉCNICO

[001] A presente invenção refere-se geralmente a sistemas de comunicação sem fio e, mais particularmente, à transmissão de sinalização física de controle de enlace descendente.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[002] Um sistema de comunicação inclui um Enlace Descendente (DL) que transporta sinais de transmissão a partir de pontos de transmissão, tais como Estações Base (BS) ou NósB para Equipamentos de Usuário (UEs), e um Enlace Ascendente (UL) que transporta sinais de transmissão das UEs para pontos de recepção, tais como os NósB. Um UE, também geralmente denominado de terminal ou estação móvel, pode ser fixo ou móvel e pode ser um telefone celular, um dispositivo de computador pessoal, etc. Um NóB é geralmente uma estação fixa e pode também ser denominada de ponto de acesso ou alguma outra terminologia equivalente.

[003] Sinais de DL incluem sinais de dados que transportam conteúdo de informação, sinais de controle, e Sinais de Referência (RSs), os quais são também conhecidos como sinais piloto. Um NóB transmite sinais de dados para UEs através de Canais Físicos Partilhados de Enlace Descendente (PDSCHs) e sinais de controle para UEs através de Canais Físicos de Controle de Enlace Descendente (PDCCHs). Os sinais de UL também incluem sinais de dados,

sinais de controle, e RSs. UEs transmitem sinais de dados para NósB através de Canais Físicos Partilhados de Enlace Ascendente (PUSCHs) e sinais de controle para NósB através de Canais Físicos de Controle de Enlace Ascendente (PUCCHs). É possível que um UE que tem transmissão de informações de dados também transmita informações de controle através do PUSCH.

[004] Informações de Controle de Enlace Descendente (DCIs) atendem diversas finalidades e são transmitidas através de formatos DCI transmitidos em PDCCHs. Por exemplo, DCIs incluem Atribuições de Programação (SAs) de DL para recepção de PDSCH e SAs de UL para transmissão de PUSCH. Uma vez que PDCCHs são a maior parte de um cabeçalho total de DL, os seus requisitos de recursos impactam diretamente a vazão de DL. Um método para redução do cabeçalho PDCCH é reduzir o seu tamanho de acordo com os recursos necessários para transmitir os formatos DCI durante um Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI) de DL. Considerando Múltipla Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM) como o método de transmissão de DL, um parâmetro Indicador de Formato de Canal de Controle (CCFI) transmitido através do Canal Físico Indicador de Formato de Controle (PCFICH) pode ser usado para indicar o número de símbolos OFDM ocupados pelos PDCCHs em um TTI de DL.

[005] A FIG. 1 ilustra uma estrutura convencional para transmissões PDCCH em um TTI de DL.

[006] Com referência à FIG. 1, considera-se que um TTI de DL consiste em um subquadro que tem $N=14$ símbolos OFDM. Uma região de controle de DL que inclui as transmissões PDCCH ocupa os primeiros M símbolos OFDM 110,

isto é, $M=3$. Os restantes $N-M$ símbolos são usados principalmente para transmissões PDSCH 120, isto é, $M-N=9$. Um PCFICH 130 é transmitido em algumas subportadoras, também denominadas Elementos de Recursos (REs), de um primeiro símbolo OFDM e inclui 2 bits que indicam um tamanho da região de controle de DL, por exemplo, $M=1$, $M=2$, ou $M=3$ símbolos OFDM.

[007] Para duas antenas transmissoras de Nób, alguns símbolos OFDM também incluem respectivos REs de RS 140 e 150. Estes RSs são transmitidos substancialmente por uma inteira Largura de Banda (BW) de operação de DL e são denominados RSs Comuns (CRSs) uma vez que podem ser usados por cada UE para obter uma estimativa de canal para o seu meio de canal de DL e para realizar outras medições. Aqui, um PDCCH transmitido com a estrutura convencional ilustrada na FIG.1 será denominado cPDCCH.

[008] Canais adicionais de controle podem ser transmitidos em uma região de controle de DL, mas estes não são mostrados para brevidade. Por exemplo, assumindo o uso de um processo de Solicitação de Repetição Automática Híbrida (HARQ) para transmissão de dados em um PUSCH, um Nób pode transmitir um Canal Físico de Indicador HARQ-Híbrido (PHICH) para indicar para UEs se as suas transmissões prévias PUSCH foram ou não corretamente recebidas.

[009] A FIG. 2 ilustra um processo convencional de codificação para um formato DCI.

[010] Com referência à FIG. 2, um Nób separadamente codifica e transmite cada formato DCI em um PDCCH respectivo. Um Identificador Temporário de Rede de

Rádio (RNTI) para um UE para o qual um formato DCI se destina mascara a Verificação de Redundância Cíclica (CRC) de uma palavra código de formato DCI com a finalidade de permitir que o UE identifique que o formato DCI específico se destina a ela. Por exemplo, tanto a CRC como o RNTI têm 16 bits. A CRC 220 dos bits de formato DCI (não-codificados) 210 é computada e é subsequentemente mascarada 230 usando a operação OR exclusiva (XOR) entre os bits CRC e RNTI 240. Consequentemente, $XOR(0,0)=0$, $XOR(0,1)=1$, $XOR(1,0)=1$ e $XOR(1,1)=0$.

[011] Em seguida, a CRC mascarada é anexada aos bits de informações de formato DCI 250, é realizada codificação de canal 260, por exemplo, usando um código de convolução, e é realizada uma correspondência de taxa 270 para os recursos alocados. É realizada intercalação e modulação 280, e é em seguida transmitido um sinal de controle 290.

[012] A FIG. 3 ilustra um processo convencional de decodificação para um formato DCI.

[013] Com referência à FIG. 3, um receptor de UE realiza as operações inversas de um transmissor de NóB para determinar se o UE tem uma atribuição de formato DCI em um subquadro de DL.

[014] Especificamente, um sinal de controle recebido 310 é demodulado e os bits resultantes são desintercalados 320, uma correspondência de taxa aplicada em um transmissor de NóB é restaurada 330, e dados são subsequentemente decodificados 340. Após decodificação, os bits de informações de formato DCI 360 são obtidos após extração dos bits da CRC 350, os quais são em seguida

desmascarados 370 pela aplicação da operação XOR com um RNTI de UE 380. Finalmente, um UE realiza um teste de CRC 390. Se o teste de CRC passar, o UE considera um formato DCI como sendo válido e determina parâmetros para recepção de sinais ou transmissão de sinais. Se o teste de CRC não passar, o UE desconsidera o formato DCI.

[015] Os bits de informações de formato DCI correspondem a diversos campos, ou Elementos de Informações (IEs), por exemplo, o IE de Alocação de Recursos (RA) que indica a parte da Largura de Banda (BW) de operação alocada a um UE para recepção de PDSCH ou transmissão de PUSCH, o IE de Esquema de Modulação e Codificação (MCS) que indica os dados MCS, o IE relacionado com a operação HARQ, etc. Considera-se que a unidade de BW para transmissões de PDSCH ou PUSCH consiste em diversos REs, por exemplo, 12 REs, e será referida aqui como Bloco de Recursos (RB). Adicionalmente, um RB sobre um subquadro será denominado um RB Físico (PRB).

[016] Para evitar que uma transmissão de cPDCCH para um UE bloqueie uma transmissão de PDCCH para outro UE, a localização de cada transmissão de cPDCCH no domínio tempo-frequência de uma região de controle de DL não é única e, como consequência, cada UE realiza múltiplas operações de decodificação para determinar se existem cPDCCHs destinados a ela em um subquadro de DL. Os REs que transportam cada cPDCCH são agrupados em Elementos de Canal de Controle convencionais (cCCEs) no domínio lógico. Para um determinado número de bits de formato DCI na FIG. 2, o número de cCCEs para um cPDCCH respectivo depende de uma taxa de codificação de canal (é considerada Manipulação por

Comutação de Fase em Quadratura (QPSK) como o esquema de modulação). Um Nób pode usar uma menor taxa de codificação de canal e mais cCCEs para transmissão de cPDCCH para UEs que experimentam baixa Razão de Ruído e Sinal para Interferência (SINR) de DL do que UEs que experimentam uma alta SINR de DL. Os níveis de agregação de cCCE incluem, por exemplo, 1, 2, 4 e 8 cCCEs.

[017] Para um processo de decodificação de cPDCCH, um UE pode determinar um espaço de busca para transmissões de cPDCCHs candidatos após restauração dos cCCEs no domínio lógico de acordo com um conjunto comum de cCCEs para todos os UEs (Espaço de Busca Comum-UE ou UE-CSS) e de acordo com um conjunto dedicado-UE de cCCEs (Espaço de Busca Dedicado-UE ou UE-DSS). Por exemplo, o UE-CSS inclui o primeiro cCCEs no domínio lógico. O UE-DSS pode ser determinado de acordo com uma função pseudo-aleatória que tem como entradas parâmetros comuns de UE, tais como o número de subquadro ou o número total de cCCEs no subquadro, e parâmetros específicos de UE tais como o RNTI. Por exemplo, para níveis de agregação de cCCE $L \in \{1, 2, 4, 8\}$, os cCCEs correspondendo ao cPDCCH candidato m são dados pela equação (1).

[018] cCCEs para cPDCCH candidato

$$m = L - \{ (Y_K + m) \bmod [N_{\text{CCE},k} / L] \} + i \dots (1)$$

[0019] Na equação (1), $N_{\text{CCE},k}$ é o número total de cCCEs no subquadro k , $i = 0, \dots, L-1$, $m = 0, \dots, M_C^{(L)} - 1$, e $M_C^{(L)}$ é o número de cPDCCHs candidatos para monitorar no espaço de busca. Valores exemplificativos de $M_C^{(L)}$ para $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ são $\{6, 6, 2, 2\}$, respectivamente. Para o UE-CSS, $Y_K = 0$. Para o UE-DSS, $Y_k = \{a - Y_{K-1}\} \bmod D$, onde $Y_{-1} = \text{KNTI} \neq 0$, $A = 39827$ e $D = 65537$.

[020] Formatos DCI que transmitem informações para múltiplos UEs são transmitidos em um UE-CSS. Adicionalmente, se cCCEs suficientes permanecerem após a transmissão de formatos DCI que transmitem informações para múltiplos UEs, um UE-CSS pode também transmitir alguns formatos DCI para SAs de DL ou SAs de UL. Um UE-DSS transmite exclusivamente formatos DCI para SAs de DL ou SAs de UL. Por exemplo, um UE-CSS pode incluir 16 cCCEs e suportar 2 formatos DCI com L=8 cCCEs, 4 formatos DCI com L=4 cCCEs, 1 formato DCI com L=8 cCCEs, ou 2 formatos DCI com L=4 cCCEs. Os cCCEs para um UE-CSS são colocados primeiro no domínio lógico (antes de intercalação).

[021] A FIG. 4 ilustra um processo convencional de transmissão para cPDCCHs.

[022] Com referência à FIG. 4, após codificação de canal e correspondência de taxa, como ilustrado na FIG. 2, os bits de formato DCI codificados são mapeados, no domínio lógico, para cCCEs 400 de um cPDCCH. Os primeiros 4 cCCEs (L=4), isto é, cCCE1 401, cCCE2 402, cCCE3 403 e cCCE4 404, são usados para transmissão de cPDCCH para UE1. Os 2 cCCEs seguintes (L=2), isto é, cCCE5 411 e cCCE6 412, são usados para transmissão de cPDCCH para UE2. Os 2 cCCEs seguintes (L=2), isto é, cCCE7 421 e cCCE8 422, são usados para transmissão de cPDCCH para UE3. Finalmente, o último cCCE (L=1), isto é, cCCE9 431, é usado para transmissão de cPDCCH para UE4.

[023] Os bits de formato DCI são embaralhados por um código binário de embaralhamento na etapa 440 e são subsequentemente modulados na etapa 450. Cada cCCE é ainda mais dividido em mini-cCCEs ou Grupos de Elementos de

Recursos (REGs). Por exemplo, um cCCE que inclui 36 REs pode ser dividido em 9 REGs, cada um tendo 4 REs. Intercalação é aplicada entre REGs (blocos de 4 símbolos QPSK) na etapa 460. Por exemplo, um intercalador de blocos
 5 pode ser usado onde é realizada intercalação em grupos de 4 símbolos (4 símbolos QPSK correspondentes aos 4 REs de um REG) ao invés de nos bits individuais.

[024] Após intercalação dos REGs, uma série resultante de símbolos QPSK pode ser deslocada por J
 10 símbolos na etapa 470, e finalmente, cada símbolo QPSK é mapeado para um RE em uma região de controle de DL na etapa 480. Portanto, além dos RSs 491 e 492 das antenas transmissoras de NóB, e de outros canais de controle tais como um PCFICH 493 e um PHICH (não mostrados), os REs em
 15 uma região de controle de DL incluem símbolos QPSK para cPDCCHs correspondentes a formatos DCI para UE1 494, UE2 495, UE3 496 e UE4 497.

[025] Um UE pode transmitir um sinal de Reconhecimento associado a um processo HARQ (sinal HARQ-
 20 ACK) em um PUCCH em resposta a uma recepção de um ou mais Blocos de Transporte (TBs) de dados em um PDSCH. Quando um PDSCH é programado por uma SA de DL em um cPDCCH respectivo, um UE pode implicitamente obter um recurso de PUCCH n_{PUCCH} para uma transmissão de sinal HARQ-ACK do
 25 índice de um primeiro cCCE, n_{CCE} , de uma transmissão de cPDCCH respectiva. Portanto, para uma recepção de PDSCH em um determinado subquadro de DL, um UE determina um recurso de PUCCH para uma transmissão de sinal HARQ-ACK associado em um subquadro de UL subsequente como $n_{\text{PUCCH}}=f(n_{\text{CCE}})$, onde

$f(\)$ é uma função que fornece um mapeamento um para um entre um número cCCE e um recurso PUCCH.

[026] Por exemplo, $f(n_{\text{CCE}}) = n_{\text{CCE}} + N_{\text{PUCCH}}$, onde N_{PUCCH} é um deslocamento que um NÓB informa aos UEs por sinalização de Controle de Recursos de Rádio (RRC). Se um UE determinar múltiplos recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK, são usados recursos associados a diversos cCCEs consecutivos após um primeiro cCCE de um cPDCCH respectivo. Por exemplo, um segundo recurso de PUCCH pode ser obtido a partir de $f(n_{\text{CCE}}+1)$. Um UE pode determinar o número total de cCCEs usados para transmitir cPDCCHs em um subquadro após decodificação do PCFICH uma vez que, para uma configuração predeterminada de REs de CRS, REs de PHICH e REs de PCFICH, o número de cCCEs pode ser unicamente determinado a partir do número de símbolos OFDM respectivos.

[027] A estrutura de cPDCCH ilustrada na FIG. 4 utiliza um máximo de $M=3$ símbolos OFDM e transmite um sinal de controle por uma BW DL operativa. Consequentemente, a estrutura de cPDCCH tem capacidade limitada e não pode obter coordenação de interferência no domínio da frequência.

[028] Existem diversos casos nos quais é usada capacidade expandida ou coordenação de interferência no domínio da frequência para transmissões de PDCCH. Um destes casos é um sistema de comunicação com agregação de células, onde as SAs de DL ou as SAs de UL para UEs em múltiplas células são transmitidas em uma única célula (por exemplo, porque outras células podem transmitir apenas PDSCH). Outro caso é o uso extensivo de multiplexação espacial para transmissões de PDSCH onde múltiplas SAs de DL correspondem

a alguns recursos de PDSCH. Outro caso é quando transmissões de DL de um primeiro NóB experimentam forte interferência a partir de transmissões de DL de um segundo NóB e é necessária coordenação de interferência de DL no domínio da frequência entre duas células.

[029] Uma extensão direta de um tamanho máximo de região de controle de DL para mais que $M=3$ símbolos OFDM não é possível ao menos devido ao requisito para suportar UEs que podem não estar cientes de tal extensão. Consequentemente, uma alternativa convencional é estender uma região de controle de DL em uma região de PDSCH e utilizar PRBs individuais para transmissões de sinais de controle. Aqui, um PDCCH transmitido deste modo será denominado de PDCCH melhorado (ePDCCH).

[0030] A FIG. 5 ilustra um uso convencional de PRBs para transmissões de ePDCCHs em um TTI de DL.

[031] Com referência à FIG. 5, embora as transmissões de ePDCCHs se iniciem imediatamente após as transmissões de cPDCCHs 510 e estejam ao longo de todos os símbolos restantes de subquadro de DL, alternativamente, podem iniciar-se em uma localização fixa, tal como o quarto símbolo OFDM, e estender-se sobre uma parte dos símbolos restantes de subquadro de DL. As transmissões de ePDCCHs ocorrem em quatro PRBs, 520, 530, 540 e 550, enquanto os restantes PRBs podem ser usados para transmissões de PDSCHs 560, 562, 564, 566 e 568.

[032] Uma recepção de ePDCCH pode ser baseada em um CRS ou um RS de Demodulação (DMRS). O DMRS é específico de UE e é transmitido em um subconjunto de REs em PRBs usados para uma transmissão de ePDCCH associada.

[033] A FIG. 6 ilustra uma estrutura convencional para REs de DMRS em um PRB associado a um PDSCH.

[034] Com referência à FIG. 4, REs de DMRS 610 são colocados em um PRB. Para duas portas de antena transmissora de Nób, considera-se que uma transmissão de DMRS a partir da primeira porta da antena aplica um Código de Cobertura Ortogonal (OCC) de $\{1,1\}$ sobre dois REs de DMRS localizados em uma mesma posição de frequência e que são sucessivos no domínio do tempo, enquanto que se considera que uma transmissão de DMRS a partir de uma segunda porta da antena aplica um OCC de $\{1,-1\}$. Um receptor de UE estima um canal experimentado por um sinal proveniente de cada porta de antena transmissora de Nób pela remoção de um OCC respectivo.

[035] Diversos aspectos para uma operação combinada de cPDCCHs e ePDCCHs na FIG. 5 ainda necessitam ser definidos com a finalidade de fornecer um projeto funcional. Um aspecto é um processo para um UE detectar cPDCCHs e ePDCCHs. Para evitar aumentar a complexidade da decodificação de UE e uma probabilidade de que um UE assuma incorretamente um cPDCCH ou um ePDCCH destinado a ele (isto é, uma falsa verificação de CRC), é desejável que o número total de operações de decodificação respectivas seja substancialmente o mesmo que quando um UE não monitora quaisquer transmissões de ePDCCHs (por exemplo, como ilustrado na FIG. 1).

[036] Outro aspecto é que para recepção de ePDCCHs baseada em um DMRS, deverá ser assegurada uma confiabilidade desejada de estimativa de canal especialmente para UEs que experimentam SINR de DL baixa e

necessitam de recepções de ePDCCHs altamente confiáveis. Ao contrário do caso com um CRS, a interpolação no domínio do tempo através de diferentes subquadros de DL pode não ser possível com um DMRS e, como se assume que uma transmissão de ePDCCH é ou em um PRB ou em dois ou mais PRBs não-adjacentes, a interpolação no domínio da frequência através de diferentes PRBs pode também ser impossível.

[037] Outro aspecto é uma determinação de recursos de PUCCH para uma transmissão de sinal HARQ-ACK em resposta a uma recepção de TBs transmitidos em um PDSCH programado por uma SA de DL respectiva transmitida em um ePDCCH.

REVELAÇÃO DA INVENÇÃO

Problema Técnico

[038] Existe a necessidade de um processo de decodificação de ePDCCHs em um UE em um sistema de comunicação que suporta tanto cPDCCHs como ePDCCHs.

[039] Existe outra necessidade de um UE determinar um recurso de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK em resposta a uma recepção de TBs de dados transmitidos em um PDSCH programado por uma SA de DL respectiva transmitida em um ePDCCH.

[040] Além disso, existe outra necessidade de melhorar a confiabilidade de uma estimativa de canal propiciada pelo DMRS em um PRB que transmite ePDCCH para além daquela obtida em um PRB que transmite PDSCH.

Solução para o Problema

[041] A presente invenção foi projetada para solucionar ao menos as limitações e problemas acima mencionados no estado da técnica e fornecer ao menos as vantagens descritas abaixo.

[042] Um aspecto da presente invenção é fornecer métodos e dispositivos para um UE receber um PDCCH de um primeiro tipo por um primeiro conjunto de recursos, o PDCCH de um primeiro tipo incluindo CCEs de um primeiro tipo, para receber um PDCCH de um segundo tipo por um segundo conjunto de recursos, o PDCCH do segundo tipo incluindo CCEs de um segundo tipo, e para determinar um recurso para transmissão de um sinal de reconhecimento em resposta a uma detecção de um PDCCH de um primeiro tipo ou em resposta a uma detecção de um PDCCH de um segundo tipo.

[043] De acordo com um aspecto da presente invenção, é fornecido um método para um UE decodificar dois tipos de PDCCHs, onde um PDCCH de um primeiro tipo é transmitido com um primeiro conjunto de recursos em relação a um nível de agregação, a partir de um primeiro conjunto de níveis de agregação, de um CCE de um primeiro tipo, e um PDCCH de um segundo tipo é transmitido dentro de um segundo conjunto de recursos em relação a um nível de agregação, a partir de um segundo conjunto de níveis de agregação, de um CCE de um segundo tipo. O método inclui a decodificação, dentro do primeiro conjunto de recursos, de um primeiro número de PDCCHs candidatos do primeiro tipo com respectivos níveis de agregação dos CCEs do primeiro tipo a partir do primeiro conjunto de níveis de agregação; e decodificação, dentro do segundo conjunto de recursos, de um segundo número de PDCCHs candidatos do segundo tipo com respectivos níveis de agregação dos CCEs do segundo tipo a partir do segundo conjunto de níveis de agregação.

[044] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um método para transmissão de um

PDCCH ou de um PDSCH, onde o PDCCH ou o PDSCH é transmitido em PRBs através de uma largura de banda operacional e durante um intervalo de tempo de transmissão, e onde um PRB inclui um número de REs para transmissão de um RS. O método
5 inclui a atribuição de um primeiro número de REs no PRB para transmissão de informações de dados, quando o PRB transmite o PDSCH; e a atribuição de um segundo número de REs no PRB para transmissão de informações de controle, quando o PRB transmite o PDCCH. O segundo número de REs é
10 menor que o primeiro número de REs.

[045] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um método para transmissão de um PDCCH de um primeiro tipo e de um PDCCH de um segundo tipo, onde o PDCCH do primeiro tipo é transmitido dentro de um
15 primeiro conjunto de recursos e o PDCCH do segundo tipo é transmitido dentro de um segundo conjunto de recursos. O método inclui a transmissão do PDCCH do primeiro tipo que inclui um primeiro número máximo de Elementos de Canal de Controle (CCEs) de um primeiro tipo; e transmissão do PDCCH
20 do segundo tipo que inclui um segundo número máximo de CCEs de um segundo tipo. O segundo número máximo é maior que o primeiro número máximo.

[046] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um método para um UE receber um PDSCH
25 em resposta à detecção de um PDCCH de um primeiro tipo ou em resposta à detecção de um PDCCH de um segundo tipo. O método inclui a recepção do PDSCH através de um primeiro número de símbolos de transmissão dentro de um Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI), em resposta à detecção do PDCCH
30 do primeiro tipo; e a recepção do PDSCH através de um

segundo número de símbolos de transmissão dentro de um TTI, em resposta à detecção do PDCCH do segundo tipo. O segundo número é menor que o primeiro número.

[047] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um método para um UE transmitir um sinal de reconhecimento em um PUCCH, em resposta a uma detecção de um PDCCH de um primeiro tipo ou em resposta a uma detecção de um PDCCH de um segundo tipo, onde o PDCCH do primeiro tipo inclui um CCE de um primeiro tipo e o PDCCH do segundo tipo inclui um CCE de um segundo tipo. O método inclui a determinação de um recurso de PUCCH baseado em um primeiro deslocamento e em um índice de um primeiro CCE dos CCEs do primeiro tipo que incluem o PDCCH do primeiro tipo, quando o sinal de reconhecimento é em resposta à detecção do PDCCH do primeiro tipo; e a determinação de um recurso de PUCCH baseado em um segundo deslocamento e em um índice de um segundo CCE dos CCEs do segundo tipo que incluem o PDCCH do segundo tipo, quando o sinal de reconhecimento é em resposta à detecção do PDCCH do segundo tipo.

[048] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um dispositivo de UE para decodificação de um PDCCH de um primeiro tipo que é transmitido dentro de um primeiro conjunto de recursos em relação a um nível de agregação, a partir de um primeiro conjunto de níveis de agregação, de CCEs de um primeiro tipo, e um PDCCH de um segundo tipo que é transmitido dentro de um segundo conjunto de recursos em relação a um nível de agregação, a partir de um segundo conjunto de níveis de agregação, de CCEs de um segundo tipo. O

dispositivo inclui um pesquisador para identificação de localizações de PDCCHs candidatos do primeiro tipo para respectivos níveis de agregação dos CCEs do primeiro tipo dentro do primeiro conjunto de recursos e para
5 identificação de localizações para PDCCHs candidatos do segundo tipo para respectivos níveis de agregação dos CCEs do segundo tipo dentro do segundo conjunto de recursos; e um decodificador para decodificação de um primeiro número de PDCCHs candidatos do primeiro tipo com os respectivos
10 níveis de agregação dos CCEs do primeiro tipo a partir do primeiro conjunto de níveis de agregação e para decodificação de um segundo número de PDCCHs candidatos do segundo tipo com os respectivos níveis de agregação dos CCEs do segundo tipo a partir do segundo conjunto de níveis
15 de agregação.

[049] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um dispositivo de UE para recepção de um PDCCH ou de um PDSCH, onde o PDCCH ou o PDSCH é transmitido em PRBs através de uma largura de banda
20 operacional e durante um intervalo de tempo de transmissão, e onde um PRB inclui um número de REs para transmissão de um RS. O dispositivo inclui um receptor para recepção de informações de dados por um primeiro número de REs no PRB, quando o PRB transmite o PDSCH; e um receptor para recepção
25 de informações de controle por um segundo número de REs no PRB, quando o PRB transmite o PDSCH. O segundo número de REs é menor que o primeiro número de REs.

[050] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um dispositivo de UE para recepção
30 dentro de um primeiro conjunto de recursos, de um primeiro

tipo de PDCCHs, cada um incluindo um primeiro tipo de CCE, ou para recepção dentro de um segundo conjunto de recursos, de um segundo tipo de PDCCHs, cada um incluindo um segundo tipo de CCE. O dispositivo inclui um receptor para recepção
5 do PDCCH do primeiro tipo que inclui um primeiro número máximo de CCEs de um primeiro tipo; e um receptor para recepção do PDCCH do segundo tipo que inclui um segundo número máximo de CCEs de um segundo tipo. O segundo número máximo é maior que o primeiro número máximo.

10 [051] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um dispositivo de UE para recepção de um PDSCH em resposta à detecção de um PDCCH de um primeiro tipo ou em resposta à detecção de um PDCCH de um segundo tipo. O dispositivo inclui um receptor para recepção do
15 PDSCH através de um primeiro número de símbolos de transmissão dentro de um Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI), em resposta à detecção do PDCCH do primeiro tipo; e um receptor para recepção do PDSCH através de um segundo número de símbolos de transmissão dentro de um TTI, em
20 resposta à detecção do PDCCH do segundo tipo. O segundo número é menor que o primeiro número.

[052] De acordo com outro aspecto da presente invenção, é fornecido um dispositivo de UE para transmissão de um sinal de reconhecimento em um PUCCH, em resposta a
25 uma detecção de um PDCCH de um primeiro tipo ou em resposta a uma detecção de um PDCCH de um segundo tipo, onde o PDCCH do primeiro tipo inclui um CCE de um primeiro tipo e o PDCCH do segundo tipo inclui um CCE de um segundo tipo. O dispositivo inclui um seletor para seleção de um recurso de
30 PUCCH baseado em um primeiro deslocamento e em um índice de

um primeiro CCE dos CCEs do primeiro tipo que incluem o PDCCH do primeiro tipo, quando o sinal de reconhecimento é em resposta à detecção do PDCCH do primeiro tipo; e para seleção de um recurso de PUCCH baseado em um segundo deslocamento e em um índice de um primeiro CCE dos CCEs do segundo tipo que incluem o PDCCH do segundo tipo, quando o sinal de reconhecimento é em resposta à detecção do PDCCH do segundo tipo; e um transmissor para transmissão do sinal de reconhecimento no recurso de PUCCH selecionado.

10 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[053] Os aspectos, características e vantagens acima e outros da presente invenção serão mais evidentes a partir da descrição detalhada a seguir considerada em conjunto com os desenhos anexos, nos quais:

15 [054] a FIG. 1 é um diagrama que ilustra uma estrutura convencional para transmissões de cPDCCH;

[055] a FIG. 2 é um diagrama de blocos que ilustra um processo de codificação convencional para um formato DCI;

20 [056] a FIG. 3 é um diagrama de blocos que ilustra um processo de decodificação convencional para um formato DCI;

[057] a FIG. 4 é um diagrama que ilustra um processo de transmissão convencional para cPDCCHs;

25 [058] a FIG. 5 é um diagrama que ilustra um uso convencional de PRBs para transmissões de ePDCCH;

[059] a FIG. 6 é um diagrama que ilustra uma estrutura convencional para REs de DMRS em um PRB associado a um PDSCH;

[060] a FIG. 7 é um fluxograma que ilustra uma operação de UE para detecção de cPDCCH ou para detecção de ePDCCH em resposta a uma configuração RRC, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

5 [061] a FIG. 8 é um fluxograma que ilustra uma operação de UE para decodificação de cPDCCHs candidatos e ePDCCHs candidatos, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[062] a FIG. 9 é um diagrama que ilustra
10 estruturas adicionais de densidade de DMRS correspondentes a uma porta de antena em PRBs que transmitem ePDCCHs comparado a PRBs que transmitem PDSCHs, de acordo com uma modalidade da presente invenção;

[063] a FIG. 10 é um diagrama que ilustra uma
15 ordenação de cCCEs e de eCCEs para determinação de recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK, de acordo com uma modalidade da presente invenção; e

[064] a FIG. 11 é um diagrama que ilustra uma
20 ordenação de cCCEs e de eCCEs para determinação de recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK, de acordo com outra modalidade da presente invenção.

MODO DA INVENÇÃO

[065] Diversas modalidades da presente invenção serão agora descritas em detalhe adiante com referência aos
25 desenhos anexos. A presente invenção pode, contudo, ser concretizada em muitas diferentes formas e não deve ser considerada como limitada às modalidades apresentadas aqui. Ao invés, estas modalidades são fornecidas de modo que esta revelação seja meticulosa e completa e transmita

completamente o âmbito da presente invenção para aqueles versados na técnica.

[066] Adicionalmente, embora as modalidades da presente invenção sejam descritas abaixo com referência a Multiplexação por Divisão de Frequência Ortogonal (OFDM), as mesmas são também aplicáveis a todas as transmissões de Multiplexação por Divisão de Frequência (FDM) em geral e em particular a OFDM dispersa de Transformada Discreta de Fourier (DFT).

[067] As modalidades da invenção não consideram uma estrutura específica para transmissões de ePDCCH. Os PRBs respectivos são geralmente considerados como incluindo ao menos um CCE (eCCE), o qual pode ter o mesmo tamanho (número de REs) que os cCCEs para transmissões de cPDCCH.

[068] Em um subquadro de DL, um tamanho de eCCE depende do número de eCCEs por PRB, a existência de diversos tipos de RS, tais como CRS ou DMRS, em um PRB (os REs respectivos não podem ser usados para transmissão de ePDCCH), diversos símbolos OFDM usados para transmissões de ePDCCH, etc.

[069] Um PRB inclui ao menos uma transmissão de ePDCCH e uma transmissão de ePDCCH pode ser totalmente incluída em um PRB ou ser distribuída por múltiplos PRBs.

[070] Uma transmissão de ePDCCH pode começar em um símbolo OFDM imediatamente após o último símbolo OFDM de uma região de controle convencional de DL (determinada por um UE após decodificação do PCFICH), ou uma transmissão de ePDCCH pode começar em um símbolo fixo OFDM informado a um UE por sinalização de camada superior. Por exemplo, uma transmissão de ePDCCH pode começar no símbolo OFDM após

aquele correspondente a um número máximo de símbolos OFDM usados para a região de controle convencional de DL. O número de símbolos OFDM usados para transmissões de ePDCCH pode ser o de todos os símbolos restantes OFDM em um subquadro de DL ou qualquer subconjunto destes símbolos restantes OFDM.

[071] De acordo com uma modalidade da presente invenção, é fornecido um processo de detecção de UE para cPDCCHs e ePDCCHs em um sistema de comunicação que suporta as suas existências em um mesmo subquadro.

[072] Especificamente, um UE é informado através de sinalização de camada superior, por exemplo, sinalização de RRC, se decodifica apenas cPDCCH ou apenas ePDCCH. Por exemplo, pode ser usado um bit de sinalização de RRC para este fim, isto é, um binário '0' indica uma detecção de cPDCCH e um binário '1' indica uma detecção de ePDCCH.

[073] A FIG. 7 ilustra uma operação de UE para detecção de cPDCCH ou para detecção de ePDCCH em resposta a uma configuração RRC, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[074] Com referência à FIG. 7, um NóB sinaliza para um UE se decodifica apenas cPDCCH ou apenas ePDCCH, usando sinalização de RRC de 1 bit na etapa 710. Um UE recebe sinalização de RRC de um NóB na etapa 720, determina se a sinalização de RRC indica decodificação de apenas cPDCCH ou apenas ePDCCH na etapa 730, e decodifica apenas cPDCCH na etapa 740 ou apenas ePDCCH na etapa 750, com base na detecção na etapa 730.

[0075] A técnica descrita acima fornece simplicidade ao custo de aumentar a probabilidade de

bloqueio de transmissões de cPDCCH ou de ePDCCH e de aumentar a probabilidade de perda de recursos (menor utilização de recursos disponíveis respectivos). Por exemplo, se um UE decodifica apenas ePDCCHs, os correspondentes recursos em PRBs alocados podem ser esgotados devido a transmissões de ePDCCH para outros UEs em um subquadro de DL. Portanto, uma transmissão de ePDCCH para um UE referenciado é bloqueada e o UE não é programado em um subquadro de DL, mesmo embora existam recursos disponíveis para um NÓB transmitir cPDCCH para um UE referenciado.

[076] Além disso, se a alocação de PRBs para transmissões de ePDCCH para UEs é configurada por sinalização de RRC e cada PRB inclui diversos eCCEs usados para transmissões de ePDCCH para um mesmo UE ou para diferentes UEs, é possível que apenas alguns dos eCCEs em um PRB sejam usados e os restantes sejam desperdiçados. Em tal caso, o uso parcial de PRBs para transmissões de ePDCCH poderia ser evitado se um UE fosse capaz de detectar cPDCCH. Inversamente, como se assume que a granularidade de uma região de controle de DL para transmissões de cPDCCH é um símbolo OFDM, um símbolo inteiro OFDM pode ser usado apenas para transmitir alguns cCCEs para acomodar, por exemplo, uma transmissão adicional de cPDCCH para um UE. A transmissão adicional de cPDCCH e um uso de um símbolo adicional OFDM poderiam ser evitados se um UE referenciado fosse também capaz de detectar ePDCCHs.

[077] Para solucionar os inconvenientes acima descritos da modalidade acima, de acordo com outra modalidade da presente invenção é fornecido um UE que pode

decodificar tanto cPDCCHs como ePDCCHs. A estrutura de espaço de pesquisa para decodificação de ePDCCHs pode não ser necessariamente exatamente a mesma daquela descrita, por exemplo, para o UE-DSS para decodificação de cPDCCHs, na Equação (1). Contudo, considera-se novamente uma estrutura que define ePDCCHs candidatos $M_E^{(L)}$ para nível de agregação de eCCE L . Para simplicidade, podem ser considerados, mas não exigidos, os mesmos níveis de agregação $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ para decodificação de cPDCCH e ePDCCH, como será descrito abaixo.

[078] Diversas operações de decodificação para cPDCCHs ou ePDCCHs são determinadas por um número respectivo de candidatos para cada possível nível de cCCE ou agregação de eCCEs, respectivamente. Este número pode ser tanto predeterminado como configurado para um UE por um Nób através de sinalização de RRC. Por exemplo, para $L \in \{1, 2, 4, 8\}$, um Nób pode configurar um UE para realizar um número igual de operações de decodificação para cPDCCH e ePDCCH e um número total de operações de decodificação igual ao caso em que um UE decodifica, por exemplo, apenas cPDCCH, por ajuste de um número respectivo de cPDCCHs candidatos como $M_C^{(L)} \in \{3, 3, 1, 1\}$ e ajuste de um número respectivo de ePDCCHs candidatos como $M_E^{(L)} \in \{3, 3, 1, 1\}$. Os cPDCCHs candidatos podem ser alocados a ao menos um de um UE-CSS ou um UE-DSS.

[079] Alternativamente, um Nób pode priorizar codificação tanto de cPDCCH como de ePDCCH por um UE. Por exemplo, para $L \in \{1, 2, 4, 8\}$, um Nób pode configurar um UE com cPDCCHs candidatos de $M_C^{(L)} \in \{1, 1, 0, 0\}$ e com ePDCCHs candidatos de $M_E^{(L)} \in \{5, 5, 2, 2\}$.

[080] A FIG. 8 ilustra uma operação de UE para decodificação de cPDCCHs candidatos e de ePDCCHs candidatos, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

5 [081] Com referência à FIG. 8, diversos cPDCCHs candidatos e diversos ePDCCHs candidatos para cada possível nível de agregação de cCCE ou eCCE, respectivamente, são ou configurados para um UE por um Nób através de sinalização de RRC ou são predeterminados. No primeiro caso, um Nób
10 sinaliza para um UE diversos cPDCCHs candidatos $M_C^{(L)}$ e diversos ePDCCHs candidatos $M_E^{(L)}$ para cada nível de agregação L de cCCE e eCCE na etapa 810. Um UE recebe sinalização de um Nób na etapa 820, determina, usando por exemplo a Equação (1), cada possível cPDCCH candidato e
15 ePDCCH candidato para um respectivo nível de agregação L de cCCE e eCCE na etapa 830, e realiza operações de decodificação associadas na etapa 840.

[082] De acordo com outra modalidade da invenção, a confiabilidade de detecção de ePDCCH é melhorada baseando
20 a demodulação em um DMRS, ao invés de um CRS.

[083] O projeto de DMRS na FIG. 6 é direcionado para demodulação de PDSCH para a qual uma taxa de erro alvo é muito maior que a taxa de erro alvo de ePDCCH, tipicamente por ao menos uma ordem de grandeza. Além disso,
25 um PDSCH pode confiar em transmissões HARQ para uma eventual recepção correta de um TB. Devido aos requisitos mais rigorosos para confiabilidade de recepção de ePDCCH e com a finalidade de evitar aumento de uma taxa de código pela utilização de mais eCCEs para uma transmissão de
30 ePDCCH, aumentando deste modo um cabeçalho respectivo, pode

ser frequentemente preferível propiciar a um UE a capacidade de melhorar uma confiabilidade para uma estimativa de um canal experimentada por um ePDCCH, melhorando deste modo a confiabilidade de detecção de ePDCCH. Além disso, para um maior nível de agregação L de eCCE, por exemplo, $L=8$ eCCEs, pode ser possível aumentar o número de eCCEs alocados a um ePDCCH. É para UEs que experimentam SINRs de DL muito baixas que é usado um maior nível de agregação de eCCE, mas também porque a precisão de estimativa de canal é mais importante.

[084] Para o projeto de DMRS ilustrado na FIG. 6, PRBs que transmitem ePDCCH têm uma maior densidade de DMRS (mais REs de DMRS) para uma porta de antena respectiva no domínio da frequência, no domínio do tempo, ou em ambos os domínios. Os REs adicionais podem ser usados para transmitir DMRS adicional a partir de uma porta de antena respectiva ou podem permanecer vazios e as suas potências podem ser usadas para amplificar a potência de transmissão de DMRS existente a partir de uma porta de antena respectiva.

[085] A FIG. 9 é um diagrama que ilustra estruturas adicionais de densidade de DMRS correspondentes a uma porta de antena em PRBs que transmitem ePDCCHs, comparadas a PRBs que transmitem PDSCHs, de acordo com uma modalidade da presente invenção. Especificamente, a FIG. 9 ilustra estruturas adicionais de densidade de DMRS correspondentes a uma porta de antena em PRBs que transmitem ePDCCHs, comparadas a PRBs que transmitem PDSCHs para os quais se considera uma densidade de DMRS como sendo a ilustrada na FIG. 6.

[086] Com referência à FIG. 9, uma densidade aumentada de DMRS para uma porta de antena respectiva pode ser tanto no domínio do tempo 910, no domínio da frequência 920, ou em ambos os domínios do tempo e domínio da frequência (por exemplo, pela combinação de 910 e 920). Um UE pode então aplicar métodos convencionais, tal como interpolação no tempo ou frequência, para combinar os REs de DMRS adicionais com REs de DMRS existentes localizados nas mesmas posições que aquelas usadas para demodulação de PDSCH, ou os REs de DMRS adicionais podem permanecer vazios e as suas respectivas potências podem ser usadas para amplificar a potência de transmissão de DMRS em REs existentes.

[087] Outra alternativa para melhorar a confiabilidade de detecção de ePDCCH é ter um maior nível de agregação máximo de eCCE para ePDCCH que o nível de agregação máximo de cCCE para cPDCCH. Por exemplo, possíveis níveis de agregação de cCCE podem ser $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ enquanto possíveis níveis de agregação de eCCE podem ser $L \in \{1, 2, 4, 8, 16\}$. Consequentemente, a degradação em uma confiabilidade de recepção de ePDCCH, a partir da utilização de uma demodulação baseada em DMRS versus uma demodulação baseada em CRS como para o cPDCCH, pode ser compensada por uma duplicação efetiva de uma potência de ePDCCH recebida a partir da utilização de $L=16$ ao invés de $L=8$.

[088] De acordo com outra modalidade da presente invenção, é utilizada uma determinação de recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK de um UE em resposta a uma recepção de TBs transmitidos em um PDSCH programado por

uma SA de DL respectiva transmitida em um ePDCCH. Transmissões de sinais HARQ-ACK associados a respectivas recepções de PDSCH em um mesmo subquadro de DL estão em um mesmo subquadro de UL, independentemente da recepção de PDSCH ter sido programada por um cPDCCH ou um ePDCCH.

[089] Considera-se a aplicação da mesma regra implícita para uma determinação de recursos de PUCCH, como quando apenas é transmitido cPDCCH. Como transmissões de cPDCCH sempre ocorrem em um subquadro de DL, enquanto transmissões de ePDCCH podem ou não ocorrer, cCCEs podem ser ordenados primeiro em relação a uma determinação de recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK. Além disso, um UE pode não estar ciente da existência de um ePDCCH, se não for configurada para recepção de ePDCCH por um NÓB.

[090] Em uma primeira técnica, recursos de PUCCH para transmissões de sinais HARQ-ACK correspondentes a ePDCCHs são consecutivos àqueles correspondentes a cPDCCHs. Um UE determina a colocação de recursos de PUCCH correspondentes a ePDCCHs tanto por decodificação de um PCFICH para determinar o número de símbolos OFDM usados para a transmissão de cPDCCHs em um subquadro de DL como por consideração de um número de símbolos OFDM para a transmissão de cPDCCHs como informado por sinalização de camada superior. Em qualquer dos casos, o número de símbolos OFDM usados para transmissão de cPDCCHs em um subquadro de DL determina o número máximo de cCCEs respectivos.

[091] A FIG. 10 ilustra uma ordenação de cCCEs e de eCCEs para determinação de recursos de PUCCH para

transmissão de sinal HARQ-ACK, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[092] Com referência à FIG. 10, quatro PRBs são configurados para potencial transmissão de ePDCCHs 1010, 1012, 1014 e 1016. Cada PRB inclui quatro eCCEs que, por exemplo, são primeiro numerados no domínio da frequência em ordem ascendente de PRBs e em seguida no domínio do tempo (os eCCEs podem alternativamente ser primeiro mapeados no domínio do tempo em ordem ascendente de PRBs). Considerando que o número de cCCEs correspondentes a símbolos OFDM usados para transmissões de cPDCCH é N_c , os cCCEs são ordenados primeiro e os recursos de PUCCH para transmissões de sinais HARQ-ACK respectivos são determinados usando o mapeamento convencional previamente descrito com recurso PUCCH $n_{PUCCH}=f(n_{CCE,C})$ 1020 correspondente ao número de cCCE $n_{CCE,C}$ 1030. Subsequentemente, os eCCEs são mapeados para recursos de PUCCH usados para transmissão de sinal HARQ-ACK com recurso de PUCCH $n_{PUCCH}=f(N_c+n_{CCE,E})$ 1040 correspondente ao número de eCCE $n_{CCE,E}$, que é o primeiro eCCE de um ePDCCH respectivo 1050.

[093] Embora a FIG. 10 considere que cada PRB alocado a transmissões de ePDCCHs se estende ao longo de todos os símbolos OFDM do subquadro de DL, alternativamente, um subconjunto destes símbolos OFDM a partir do início do subquadro de DL, e após os símbolos OFDM usados para a transmissão de cPDCCHs, pode ser usado para transmissões de ePDCCHs.

[094] De acordo com outra modalidade da presente invenção, ao invés dos recursos de PUCCH para transmissões de sinais HARQ-ACK correspondentes aos ePDCCHs serem

consecutivos àqueles correspondentes aos cPDCCHs, os UEs configurados para receber apenas ePDCCH podem independentemente determinar estes recursos de PUCCH pela aplicação de um deslocamento aos recursos de PUCCH correspondentes aos cPDCCHs, por exemplo, assumindo um máximo de recursos de PUCCH correspondentes aos cPDCCHs. Isto é vantajoso, uma vez que um UE configurado para receber apenas ePDCCH não decodifica um PCFICH (um UE configurado para decodificação de ePDCCH pode também ser configurado por um Nób através de sinalização de RRC de 1 bit para decodificar ou não um PCFICH). Isto é aplicável quando um UE experimenta SINR de DL fraca ao longo de toda a BW de DL, devido à interferência entre células, e está alocado ePDCCH em PRBs protegidos de interferência (um PCFICH é transmitido substancialmente ao longo de toda a BW de DL e não pode ser protegido de interferência). A desvantagem é que alguns recursos de PUCCH permanecerão não-utilizados quando um número de símbolos OFDM para cPDCCH não for o máximo.

[095] A FIG. 11 ilustra uma ordenação de cCCEs e de eCCEs para determinação de recursos de PUCCH para transmissão de sinal HARQ-ACK, de acordo com uma modalidade da presente invenção.

[096] Com referência à FIG. 11, quatro PRBs são configurados para potencial transmissão de ePDCCHs 1110, 1112, 1114 e 1116. Cada PRB inclui quatro eCCEs que, por exemplo, são primeiro numerados no domínio da frequência em ordem ascendente de PRBs e em seguida no domínio do tempo (os eCCEs podem alternativamente ser primeiro mapeados no domínio do tempo em ordem ascendente de PRBs). Um UE

configurado por um NÓB para receber apenas ePDCCH não decodifica um PCFICH e considera um número fixo de cCCEs, tal como o número máximo de cCCEs $N_{C,max}$, ao considerar que um número de símbolos OFDM é usado para transmissões de cPDCCH. Portanto, um UE configurado por um NÓB para receber apenas ePDCCH considera que $N_{C,max}$ cCCEs são ordenados primeiro e os recursos de PUCCH para transmissões de sinais HARQ-ACK respectivos são determinados usando o mapeamento convencional previamente descrito com recurso PUCCH $n_{PUCCH}=f(n_{CCE,C})$ 1120 correspondente ao número de cCCE $n_{CCE,C}$ 1130. Subsequentemente, os eCCEs são mapeados para recursos de PUCCH usados para transmissão de sinal HARQ-ACK com recurso de PUCCH $n_{PUCCH}=f(N_C+n_{CCE,E})$ 1140 correspondente ao número de eCCE $n_{CCE,E}$ 1150.

[097] Quando um número de símbolos OFDM usados em uma região de controle de DL para transmissões de cPDCCHs for menor que um máximo, PRBs em símbolos OFDM após o último de uma região de controle de DL para transmissões de cPDCCHs e até um máximo possível de uma região de controle de DL para transmissões de cPDCCH 1160 são usados para transmissões de PDSCH nos mesmos PRBs para UEs configurados para receber cPDCCH 1170, mas não são usados para transmissões tanto de ePDCCHs como de PDSCHs nos mesmos PRBs para UEs configurados para receber ePDCCH 1180.

[098] Por exemplo, se uma região de controle de DL de um subquadro de DL para transmissão de cPDCCHs usa $M=1$ símbolo OFDM e o número máximo possível é três símbolos OFDM, os segundo e terceiro símbolos OFDM são usados para transmissão de PDSCH para UEs configurados para receber

cPDCCH, mas não são usados para transmissão de PDSCH para UEs configurados para receber ePDCCH.

[099] Embora a FIG. 11 considere que cada PRB alocado a transmissões de ePDCCHs se estende ao longo de todos os símbolos OFDM do subquadro de DL, alternativamente, um subconjunto destes símbolos OFDM a partir do início do subquadro de DL, e após os símbolos OFDM usados para a transmissão de cPDCCHs, pode ser usado para transmissões de ePDCCHs.

[100] De acordo com outra modalidade da presente invenção, transmissões de sinais HARQ-ACK provenientes de UEs em resposta a detecções de ePDCCH respectivas partilham um mesmo conjunto de recursos de PUCCH com transmissões de sinais HARQ-ACK provenientes de UEs em resposta a detecções de cPDCCH respectivas. São evitadas colisões pela determinação de um recurso de PUCCH para uma transmissão de sinal HARQ-ACK anterior como $n_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE},E}, \text{HRI})$, onde HRI é um campo de Indicador de Recursos HARQ-ACK (HRI) incluído em formatos DCI transmitidos por ePDCCHs que programam PDSCHs (o HRI não está incluído nos formatos DCI transmitidos por cPDCCHs que programam PDSCHs).

[101] Por exemplo, um HRI inclui 2 bits onde '00' mapeia para -2, '01' mapeia para -1, '10' mapeia para 0 e '11' mapeia para 1, e $n_{\text{PUCCH}} = f(n_{\text{CCE},E}, \text{HRI}) = n_{\text{CCE},E} + \text{HRI} + N_{\text{PUCCH}}$.

Esta técnica é descrita no Pedido de Patente US 12/986.675, intitulado "Indexação de Recursos para Sinais de Reconhecimento em Resposta a Recepções de Múltiplas Designações (Resource Indexing for Acknowledgement Signals in Response to Reception of Multiple Assignments)", o qual está incorporado por referência.

[102] Embora a presente invenção tenha sido mostrada e descrita com referência a algumas de suas modalidades, será entendido por aqueles versados na técnica que diversas alterações em forma e detalhes podem ser feitas naquela sem
5 divergir do espírito e âmbito da presente invenção como definida pelas reivindicações apensas e suas equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para transmissão de um canal físico de controle de enlace descendente (PDCCH) dentro de um primeiro conjunto de recursos e transmissão de um PDCCH
5 melhorado dentro de um segundo conjunto de recursos, o método **caracterizado** por compreender:

transmitir o PDCCH usando um primeiro número de elementos de canal de controle (CCEs); e

transmitir o PDCCH melhorado usando um segundo número
10 de CCEs melhorados (ECCEs),

onde um número máximo do segundo número é maior que um número máximo do primeiro número, e um conjunto do primeiro número para os CCEs é {1, 2, 4, 8} e um conjunto do segundo número para os ECCEs é {1, 2, 4, 8, 16},

15 onde o EPDCCH transmitido começa em um primeiro símbolo múltipla divisão de frequência ortogonal, OFDM, caso o primeiro símbolo OFDM seja configurado por sinalização de camada superior, e

onde o EPDCCH transmitido começa em um símbolo OFDM
20 imediatamente após um segundo símbolo OFDM, e o segundo símbolo OFDM é determinado por um canal físico indicador de formato de controle (PCFICH), caso o primeiro símbolo OFDM não seja configurado pela sinalização de camada superior.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1,
25 **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda:

determinar espaços de busca para candidatos do PDCCH e candidatos do EPDCCH; e

transmitir o PDCCH e o EPDCCH sobre os espaços de pesquisa determinados.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que os espaços de busca para candidatos do PDCCH compreendem um espaço de busca comum-UE, UE-CSS, e um espaço de busca dedicado-UE, UE-DSS.

5 4. Dispositivo de equipamento de usuário (UE) para recepção dentro de um primeiro conjunto de recursos de um canal físico de controle de enlace descendente (PDCCH) que inclui um elemento de canal de controle (CCE) ou para recepção dentro de um segundo conjunto de recursos de um PDCCH melhorado que inclui um CCE melhorado, o dispositivo **caracterizado** por compreender:

um receptor para receber o PDCCH que inclui um primeiro número de CCEs; e

15 um receptor para receber o PDCCH melhorado que inclui um segundo número de CCEs melhorados (ECCEs),

onde um número máximo do segundo número é maior que um número máximo do primeiro número, e um conjunto do primeiro número para os CCEs é {1, 2, 4, 8} e um conjunto do segundo número para os ECCEs é {1, 2, 4, 8, 16},

20 onde o EPDCCH recebido começa em um primeiro símbolo múltipla divisão de frequência ortogonal, OFDM, caso o primeiro símbolo OFDM seja configurado por sinalização de camada superior, e

onde o EPDCCH recebido começa em um símbolo OFDM imediatamente após um segundo símbolo OFDM, e o segundo símbolo OFDM é determinado por um canal físico indicador de formato de controle (PCFICH), caso o primeiro símbolo OFDM não seja configurado pela sinalização de camada superior.

5. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que compreende ainda:

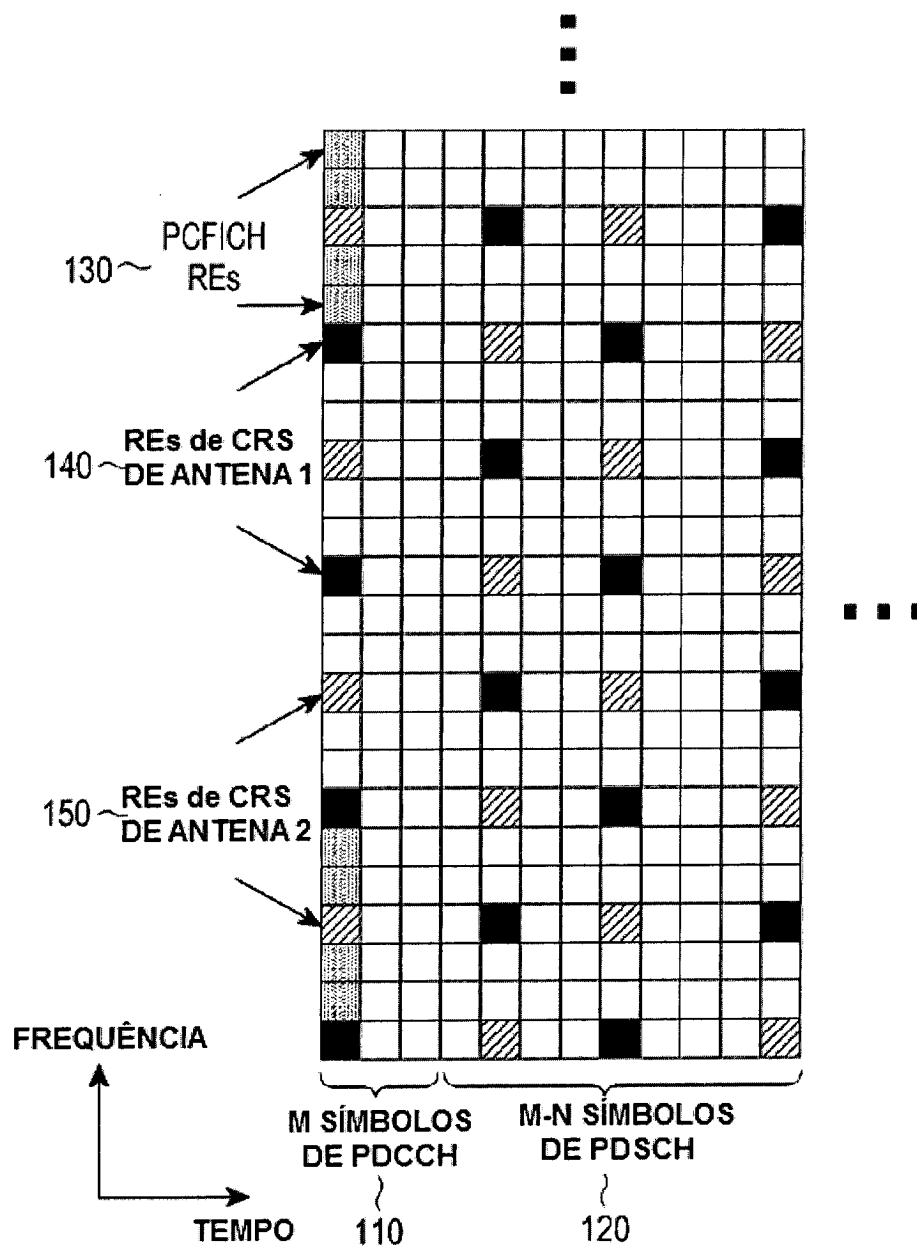
30

um pesquisador para determinar espaços de busca para candidatos do PDCCH e candidatos do EPDCCH; e

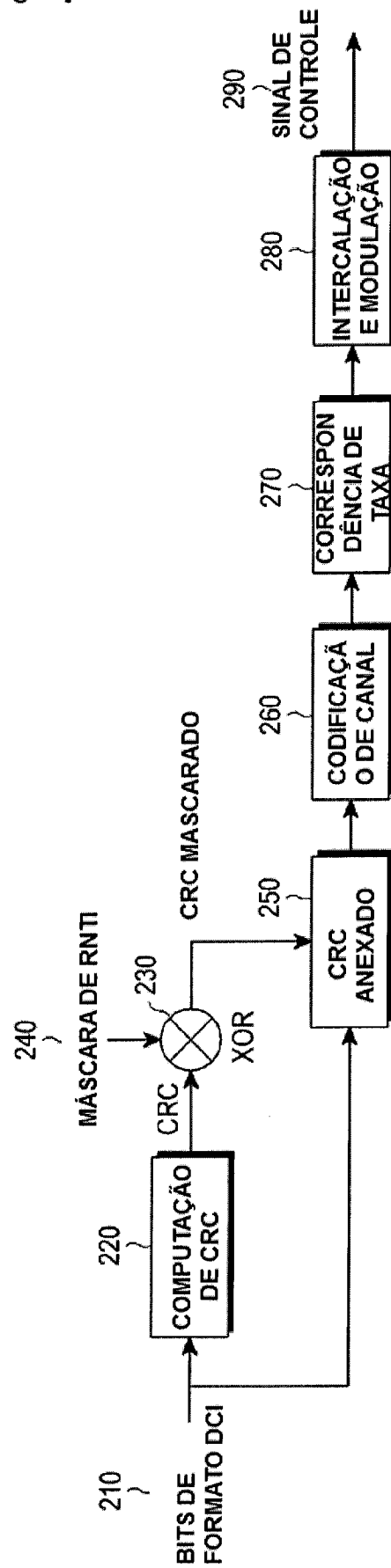
um decodificador para decodificar o candidato do PDCCH e o candidato do EPDCCH.

5 6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, **caracterizado** pelo fato de que os espaços de busca para candidatos do PDCCH compreendem um espaço de busca comum-UE, UE-CSS, e um espaço de busca dedicado-UE, UE-DSS.

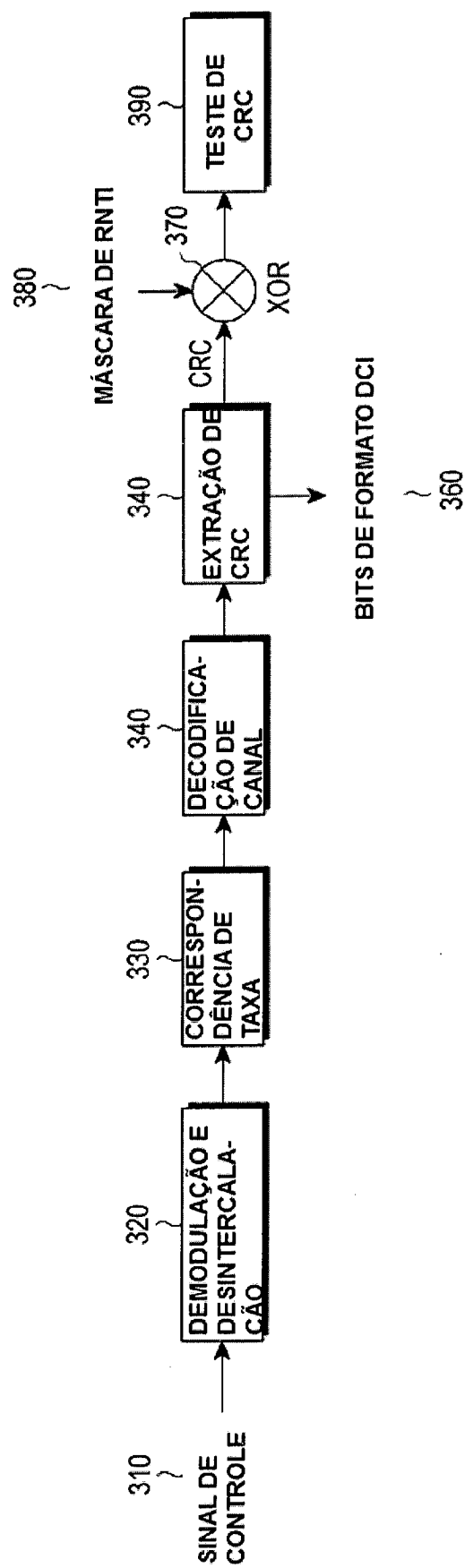
[Fig. 1]



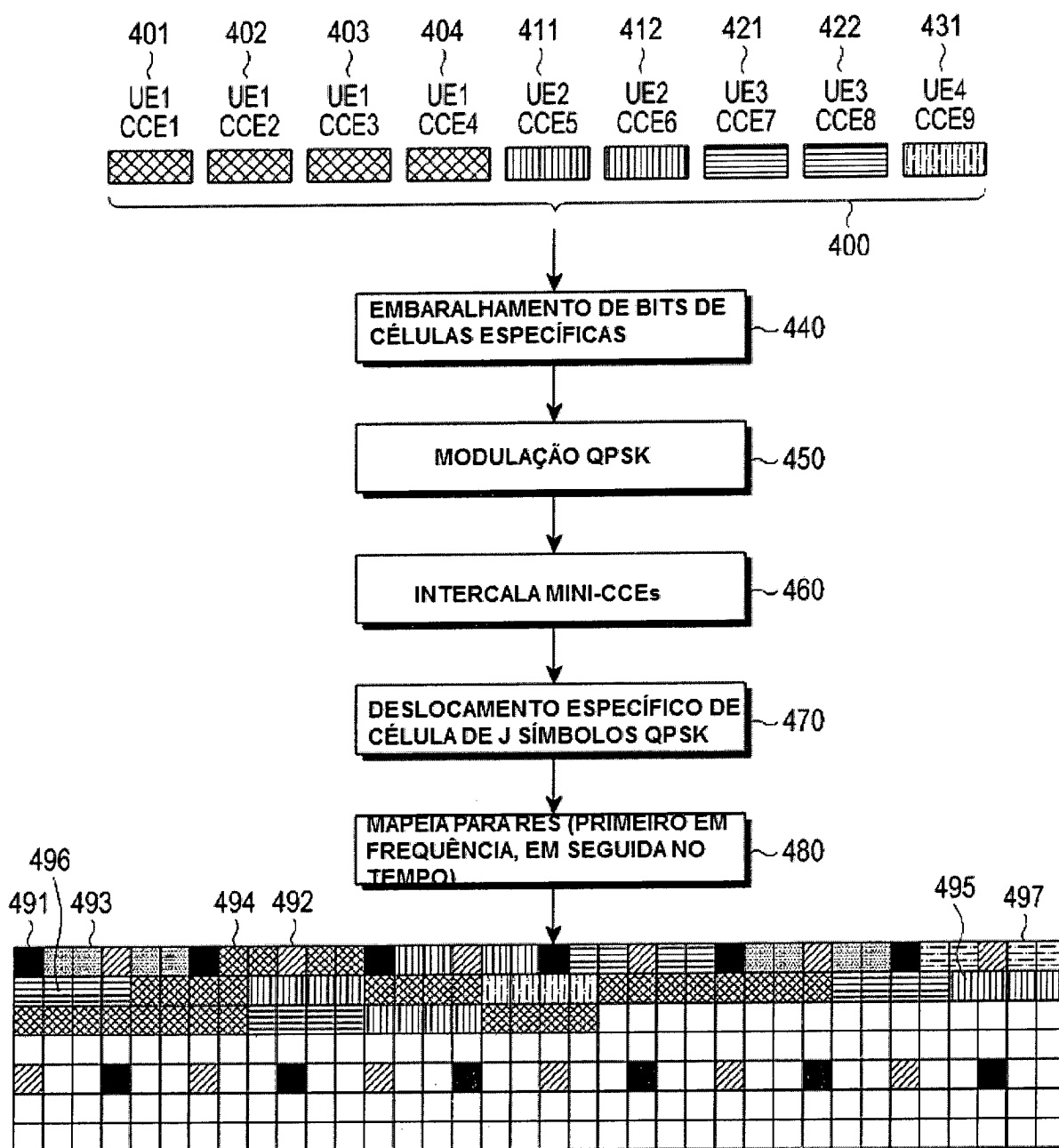
[Fig. 2]



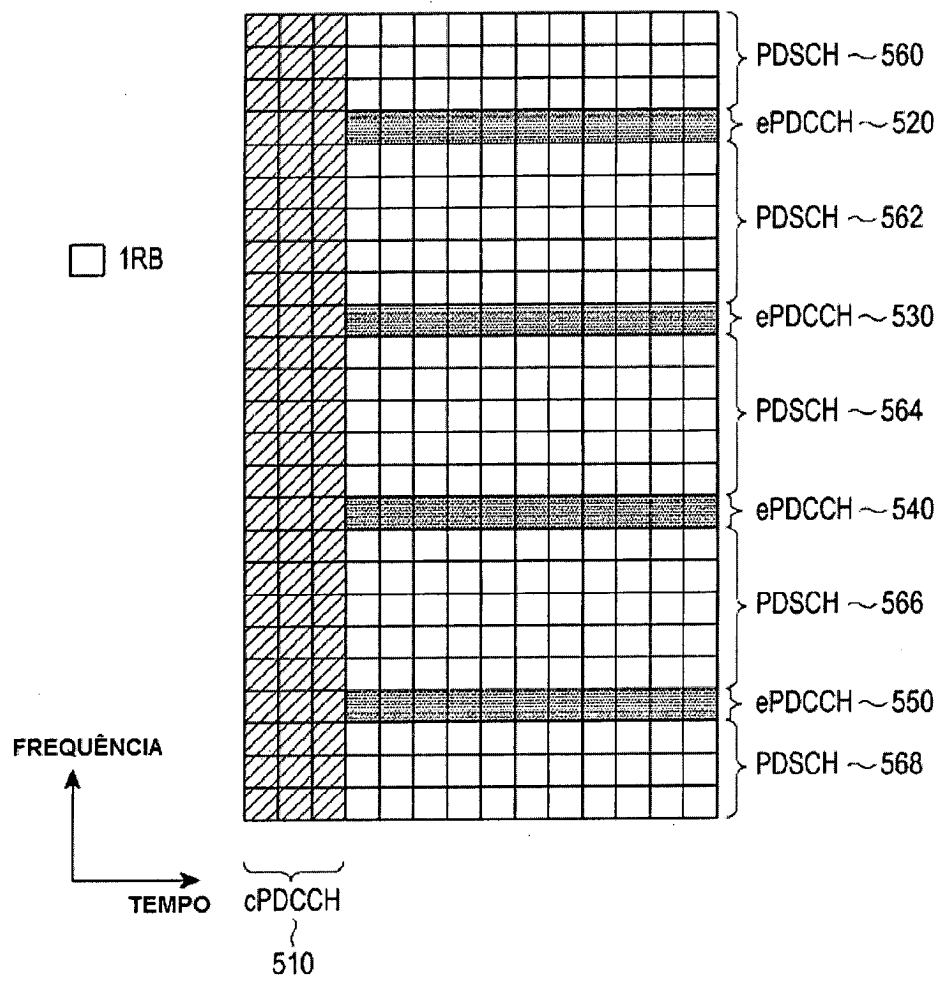
[Fig. 3]



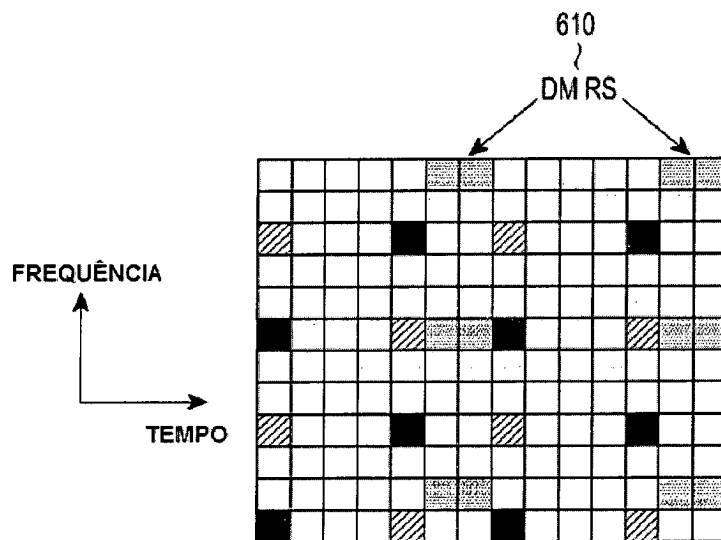
[Fig. 4]



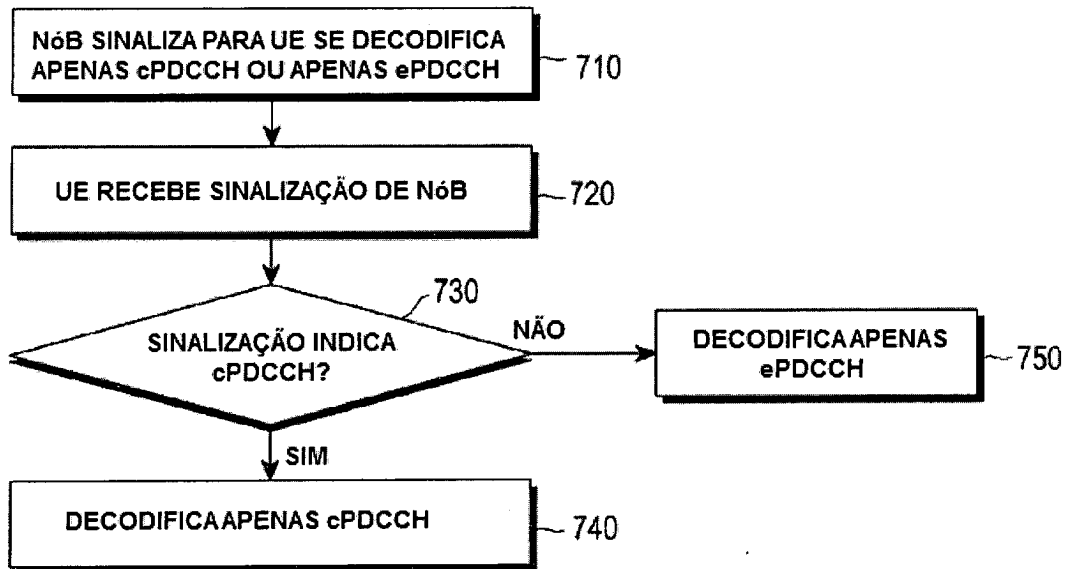
[Fig. 5]



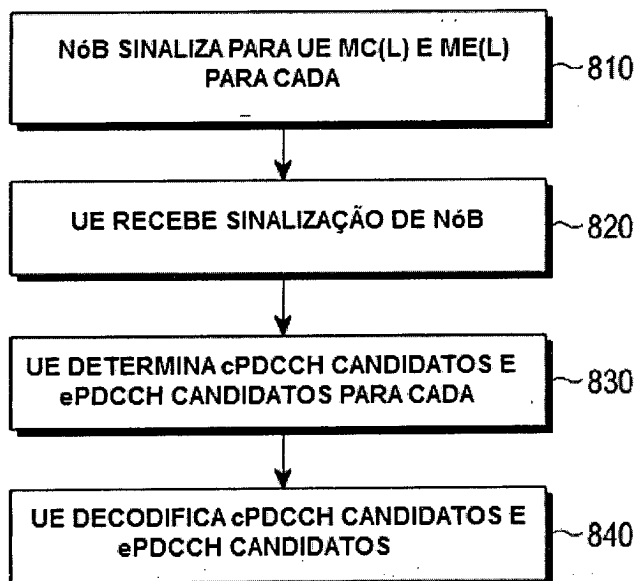
[Fig. 6]



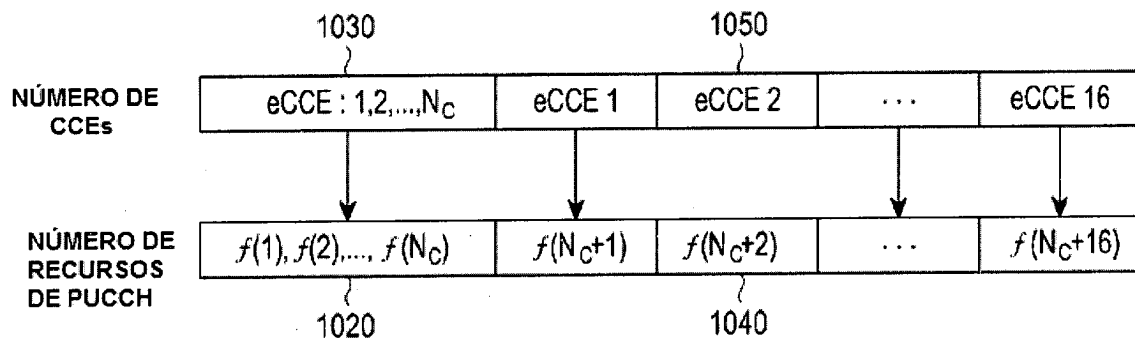
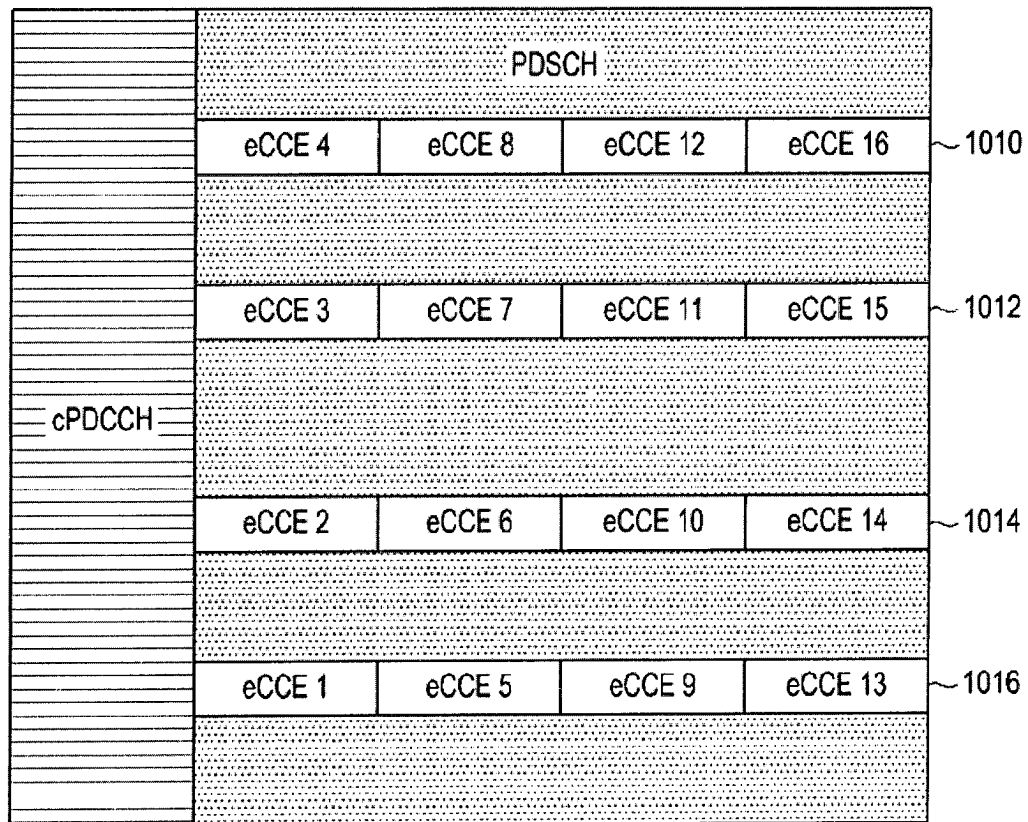
[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 10]



[Fig. 11]

