

(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO

(22) Data de pedido: 2011.03.22	(73) Titular(es): SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. 129, SAMSUNG-RO YEONGTONG-GU SUWON- SI, GYEONGGI-DO, 443-742 KR
(30) Prioridade(s): 2010.03.22 US 316134 P 2010.06.07 US 352164 P 2010.06.08 US 352623 P	
(43) Data de publicação do pedido: 2011.10.19	(72) Inventor(es): YOUNG-BUM KIM KR ARIS PAPASAKELLARIOU KR
(45) Data e BPI da concessão: 2013.05.08 159/2013	(74) Mandatário: ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA PT

(54) Epígrafe: **MULTIPLEXAGEM DE INFORMAÇÃO DE CONTROLO E DE DADOS PROVENIENTE DE UM EQUIPAMENTO DE UTILIZADOR NUM CANAL DE DADOS FÍSICO**

(57) Resumo:

DESCREVEM-SE MÉTODOS E APARELHOS PARA UM EQUIPAMENTO DE UTILIZADOR (UE) TRANSMITIR INFORMAÇÃO HARQ-ACK NUM CANAL FÍSICO PARTILHADO DE LIGAÇÃO ASCENDENTE (PUSCH) EM RESPOSTA A UMA RECEPÇÃO DE, PELO MENOS, UM BLOCO DE TRANSPORTE (TB), QUANDO O UE É CONFIGURADO POR UMA ESTAÇÃO BASE COM MÚLTIPLAS PORTADORAS DE COMPONENTES (CC) DE LIGAÇÃO DESCENDENTE (DL) PARA SELECIONAR UM ÚNICO PUSCH PARA A TRANSMISSÃO DE INFORMAÇÃO DE CONTROLO (UCI) DE LIGAÇÃO ASCENDENTE QUANDO O UE TEM MÚLTIPLAS TRANSMISSÕES PUSCH, PARA MELHORAR A FIABILIDADE DA RECEPÇÃO HARQ-ACK QUANDO É CODIFICADA UTILIZANDO UM CÓDIGO DE BLOCO RELATIVAMENTE A QUANDO É CODIFICADA UTILIZANDO O CÓDIGO DE REPETIÇÃO, E PARA A APLICAÇÃO DE DIVERSIDADE DE TRANSMISSÃO À TRANSMISSÃO DE HARQ-ACK NUM PUSCH.

RESUMO

"MULTIPLEXAGEM DE INFORMAÇÃO DE CONTROLO E DE DADOS PROVENIENTE DE UM EQUIPAMENTO DE UTILIZADOR NUM CANAL DE DADOS FÍSICO"

Descrevem-se métodos e aparelhos para um Equipamento de Utilizador (UE) transmitir informação HARQ-ACK num Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH) em resposta a uma recepção de, pelo menos, um Bloco de Transporte (TB), quando o UE é configurado por uma estação base com múltiplas Portadoras de Componentes (CC) de Ligação Descendente (DL) para seleccionar um único PUSCH para a transmissão de Informação de Controlo (UCI) de Ligação Ascendente quando o UE tem múltiplas transmissões PUSCH, para melhorar a fiabilidade da recepção HARQ-ACK quando é codificada utilizando um código de bloco relativamente a quando é codificada utilizando o código de repetição, e para a aplicação de diversidade de transmissão à transmissão de HARQ-ACK num PUSCH.

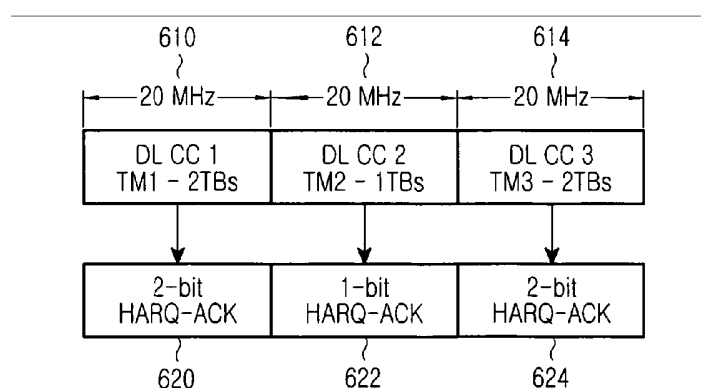


FIG.6

DESCRIÇÃO

"MULTIPLEXAGEM DE INFORMAÇÃO DE CONTROLO E DE DADOS PROVENIENTE DE UM EQUIPAMENTO DE UTILIZADOR NUM CANAL DE DADOS FÍSICO"

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se, de um modo geral, a sistemas de comunicação sem fios e, mais especificamente, mas não exclusivamente, à transmissão de sinais de informação de controlo numa ligação ascendente de um sistema de comunicação.

Antecedentes da Invenção

Um sistema de comunicação inclui uma Ligação Descendente (DL) que transmite sinais de transmissão desde uma estação base (BS ou Nó B) para Equipamentos de Utilizador (UE) e uma Ligação Ascendente (UL), que transmite sinais de transmissão de UE para o Nó B. Um UE, também vulgarmente denominado terminal ou estação móvel, pode ser fixo ou móvel e pode ser um dispositivo sem fios, um telemóvel, um dispositivo informático pessoal, etc. Um Nó B é, de um modo geral, uma estação fixa e também pode ser denominado Sistema Emissor-Receptor de Base (BTS), ponto de acesso ou alguma outra terminologia equivalente.

Mais especificamente, a UL suporta a transmissão de sinais de dados possuindo conteúdo de informação, sinais de controlo que fornecem informação associada com a transmissão de sinais de dados na DL e Sinais de Referência (RS), que são vulgarmente

denominados sinais piloto. A DL também suporta a transmissão de sinais de dados, sinais de controlo e RS.

Os sinais de dados UL são transmitidos através de um Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH) e os sinais de dados DL são transmitidos através de um Canal Físico Partilhado de Ligação Descendente (PDSCH).

Na ausência de uma transmissão PUSCH, um UE transmite Informação de Controlo de Ligação Ascendente (UCI) através de um Canal Físico de Controlo de Ligação Ascendente (PUCCH). No entanto, quando há uma transmissão PUSCH, o UE pode transmitir a UCI em conjunto com informação de dados através do PUSCH.

Os sinais de controlo DL podem ser radiodifundidos ou enviados como uma natureza específica ao UE. Consequentemente, podem utilizar-se canais de controlo específicos ao UE, entre outros fins, para fornecer, aos UE, Atribuições de Programação (SA) para recepção PDSCH (SA DL) ou transmissão PUSCH (SA UL). As SA são transmitidas do Nó B para os respectivos UE utilizando formatos de Informação de Controlo de Ligação Descendente (DCI) através dos respectivos Canais Físicos de Controlo de Ligação Descendente (PDCCH).

A UCI inclui informação de Confirmação de Recepção (ACK), associada com a utilização de um processo de Sistema Híbrido de Pedido de Reenvio Automático (HARQ). A informação HARQ-ACK é enviada em resposta à recepção de Blocos de Transporte (TB) pelo UE, transmitidos pelo PDSCH.

A UCI também pode incluir um Indicador de Qualidade de Canal (CQI), um Indicador de Matriz de Pré-Codificação (PMI) ou um

Indicador de Posição (RI), que podem ser denominados colectivamente como Informação de Estado de Canal (CSI). O CQI fornece ao Nó B uma medida da Relação Sinal-Interferência Mais Ruído (SINR) a que o UE é submetido através de sub-bandas ou através de toda a Largura de Banda (BW) DL em funcionamento. Esta medida tem, de um modo geral, a forma do Esquema de Modulação e Codificação (MCS) mais elevado para o qual se pode obter uma taxa de erros de blocos (BLER) predeterminada para a transmissão de TB. O MCS representa o produto da ordem de modulação (número de bits de dados por símbolo de modulação) e da taxa de codificação aplicada à transmissão de informação de dados. O PMI/RI informa o Nó B sobre como combinar a transmissão de sinal para o UE desde múltiplas antenas de Nó B, utilizando um princípio Múltiplas Antenas de Transmissão-Múltiplos receptores (MIMO).

A FIG. 1 ilustra uma estrutura de transmissão PUSCH convencional.

No que se refere à FIG. 1, para simplificar, o Intervalo de Tempo de Transmissão (TTI) é uma sub-trama 110 que inclui dois intervalos de tempo. Cada intervalo de tempo 120 inclui ~~uma~~ ^{uma} símbolos utilizados para a transmissão de sinais de dados, sinais UCI ou RS. Cada símbolo 130 inclui um Prefixo Cíclico (CP) para mitigar a interferência devida a efeitos de propagação de canal. A transmissão PUSCH num intervalo de tempo 120 pode ser numa mesma ou diferente BW que a transmissão PUSCH no outro intervalo de tempo.

Alguns símbolos em cada intervalo de tempo são utilizados para um RS 140 de transmissão, que permite estimativa de canal e desmodulação coerente dos dados e/ou sinais UCI recebidos.

A BW de transmissão inclui unidades de recursos de frequência que serão aqui denominadas como Blocos de Recursos Físicos (PRB). Cada PRB inclui N_{sc}^{RB} sub-portadoras, ou Elementos de Recursos (RE,) e a um UE são alocados PRB 150 MPUSCH para um total de $M^{PUSCH} = M^{PUSCH} \cdot N_{sc}^{RB}$ para a BW de transmissão PUSCH.

O último símbolo de sub-trama é utilizado para a transmissão de um RS de Estimativa (SRS) 160 a partir de um ou mais UE. O SRS fornece ao Nó B uma estimativa CQI para o meio de canal UL, para o respectivo UE. Os parâmetros de transmissão de SRS são configurados semi-estaticamente pelo Nó B para cada UE através de sinalização de camada superior, tal como, por exemplo, sinalização de Controlo de Recursos de Rádio (RRC).

Na FIG. 1, o número de símbolos de sub-trama disponíveis para transmissão de dados é $N_{symb}^{PUSCH} = 2 \cdot (N_{symb}^{UL} - 1) - N_{SRS}$, em que $N_{SRS} = 1$ se o último símbolo de sub-trama for utilizado para transmissão de SRS e $N_{SRS} = 0$ se não for esse o caso.

A FIG. 2 ilustra um transmissor convencional para a transmissão de dados, CSI e sinais HARQ-ACK num PUSCH.

No que se refere à FIG. 2, bits 205 CSI codificados e bits 210 de dados codificados são multiplexados pelo multiplexador 220. Bits HARQ-ACK são, depois, inseridos através de perfuração de bits de dados e/ou bits CSI pela unidade 230 de

perfuração. Transformada de Fourier Discreta (DFT) é, depois, realizada pela unidade 240 DFT. Os RE são, depois, seleccionados por mapeamento de sub-portadora pela unidade 250 de mapeamento de sub-portadora correspondendo à BW de transmissão PUSCH a partir do controlador 255. Uma Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT) é realizada por uma unidade 260 IFFT, uma inserção CP é executada por uma unidade 270 de inserção CP e uma divisão em janelas de tempo é executada pelo filtro 280, gerando, assim, um sinal 290 transmitido.

Assume-se que a transmissão PUSCH é através de grupos de RE contíguos de acordo com o método de Acesso Múltiplo por Divisão Ortogonal de Frequência com Espalhamento DFT (DFT-S-OFDMA) para transmissão de sinal através de um grupo 295A (também conhecido como Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência de Monoportadora (SC-FDMA)) ou através de múltiplos grupos 295B não contíguos.

A FIG. 3 ilustra um receptor convencional para receber um sinal de transmissão, como ilustrado na FIG. 2.

No que se refere à FIG. 3, uma antena recebe um sinal analógico de Radiofrequência (RF) e, depois de passar por outras unidades de processamento (tais como filtros, amplificadores, conversores de valores de frequência para baixo e conversores analógicos-digitais), que não são mostradas por questões de simplicidade, o sinal 310 digital recebido é filtrado pelo filtro 320 e o CP é removido pela unidade 330 de remoção de CP. Subsequentemente, a unidade receptora aplica uma Transformada de Fourier Rápida (FFT), por uma unidade 340 FFT, selecciona os RE utilizados pelo transmissor por inversão de mapeamento de sub-portadora, por uma unidade 350 de inversão de mapeamento de sub-portadora sob o controlo de um controlador 355. De seguida,

uma unidade 360 DFT inversa (IDFT) aplica IDFT, uma unidade 370 de extracção extrai os bits HARQ-ACK e uma unidade 380 de desmultiplexagem desmultiplexa os bits 390 de dados e bits 395 de CSI.

Assume-se que a transmissão de RS é através de uma sequência CAZAC (Amplitude Constante e Autocorrelação Nula). Um exemplo de sequências CAZAC é mostrado na Equação (1).

$$c_k(n) = \exp\left[\frac{j2\pi k}{L}\left(n + n\frac{n+1}{2}\right)\right] \quad \dots (1)$$

Na equação (1), L é um comprimento da sequência CAZAC, n é um índice de um elemento da sequência $n = \{0, 1, \dots, L-1\}$ e k é um índice da sequência. Se L for um número inteiro primo, há $L - 1$ sequências distintas definidas como k gamas em $\{0, 1, \dots, L - 1\}$.

Para um número par de RE, podem gerar-se sequências de base CAZAC com um comprimento par, e. g., truncando ou estendendo uma sequência CAZAC.

A multiplexagem ortogonal de sequências CAZAC pode ser conseguida através da aplicação de diferentes Deslocamentos Cíclicos (CS) para a mesma sequência CAZAC.

Para transmissão de HARQ-ACK ou RI no PUSCH, um UE determina o respectivo número de símbolos codificados Q' , como mostrado na Equação (2).

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \quad \dots (2)$$

Na equação (2), O é um número de bits de informação HARQ-ACK ou bits de informação RI, β_{offset}^{PUSCH} é comunicado ao UE através de sinalização RRC, Q_m é um número de bits de dados por símbolo de modulação ($Q_m = 2, 4, 6, 6$ para QPSK, QAM16, QAM64, respectivamente), R é uma taxa de código de dados de uma transmissão PUSCH inicial para o mesmo TB, M_{sc}^{PUSCH} é uma BW de transmissão PUSCH numa sub-trama actual e $\lceil \cdot \rceil$ indica uma operação *ceiling* que arredonda um número para o próximo número inteiro.

A taxa R de código de dados é definida como mostrado na Equação (3).

$$R = \left(\sum_{r=0}^{C-1} K_r \right) / (Q_m \cdot M_{sc}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symb}^{PUSCH-initial}) \quad \dots (3)$$

Na equação (3), C é um número total de blocos de código de dados e K_r é um número de bits para um número r de bloco de código de dados. O número máximo de HARQ-ACK ou RE RI está limitado aos RE de 4 símbolos DFT-S-OFDM $\left(4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right)$.

Quando o UE recebe um TB, a HARQ-ACK inclui 1 bit que é codificado como um '1' binário, se o TB for correctamente recebido (confirmação de recepção positiva ou ACK), ou como um

binário '0', se o TB for recebido incorrectamente (confirmação de recepção negativa ou NACK).

Quando o UE recebe dois TB, a HARQ-ACK inclui 2 bits $[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK}]$ com o_0^{ACK} para TB 0 e o_1^{ACK} para TB 1. A codificação para os bits HARQ-ACK é dada no Quadro 1 abaixo, onde $o_2^{ACK} = (o_0^{ACK} + o_1^{ACK})_1 \text{ mod } 2$ para proporcionar um código simplex (3, 2) para a transmissão de dois bits HARQ-ACK.

Quadro 1: Codificação para 1-bit e 2-bits de HARQ-ACK

Q_m	1 bit-HARQ-ACK codificado	2 bits-HARQ-ACK codificados
2	$[o_0^{ACK} \ y]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK}]$
44	$[o_0^{ACK} \ y \ x \ x]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ x \ x \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ x \ x \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ x \ x]$
66	$[o_0^{ACK} \ y \ x \ x \ x \ x]$	$[o_0^{ACK} \ o_1^{ACK} \ x \ x \ x \ x \ o_2^{ACK} \ o_0^{ACK} \ x \ x \ x \ x \ o_1^{ACK} \ o_2^{ACK} \ x \ x \ x \ x]$

Para multiplexagem CQI/PMI num PUSCH, um UE determina um número respectivo de símbolos codificados Q' , como mostrado na Equação (4).

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{(O + L) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{Q_m \cdot R} \right\rceil, M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{ymb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} \right) \quad \dots (4)$$

Na equação (4), O é um número de bits de informação CQI/PMI, L é um número de bits CRC dados por $L = \begin{cases} 0 & O \leq 11 \\ 6 & \text{caso contrário} \end{cases}$ e $Q_{CQI} = Q_m \cdot Q'$. Se RI não for transmitido, então, $Q_{RI} = 0$.

Para codificação de canal CQI/PMI, utiliza-se codificação convolucional, se $O > 11$ bits e utiliza-se codificação de bloco (32, O) Reed-Mueller (RM) se $O \leq 11$ bits. As palavras de código do código de bloco (32, O) são uma combinação linear das 11 sequências base indicadas por $M_{i,n}$ e dadas no Quadro 2 abaixo. Indicando a sequência de entrada por $o_0, o_1, o_2, \dots, o_{O-1}$ e o $O-1$ o bloco codificado CQI/PMI por $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$ $B = 32$, é

$$b_i = \sum_{n=0}^{O-1} (o_n \cdot M_{i,n}) \bmod 2, \quad i = 0, 1, 2, \dots, B-1. \quad n = 0$$

A sequência de saída $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{Q_{CQI}-1}$ é obtida por repetição circular do bloco CQI/PMI codificado como $q_i = b_{(i \bmod B)}$, $i=0, 1, 2, \dots, Q_{CQI}-1$.

Quadro 2: Sequências Base para o código (32, O)

i	$M_{i,0}$	$M_{i,1}$	$M_{i,2}$	$M_{i,3}$	$M_{i,4}$	$M_{i,5}$	$M_{i,6}$	$M_{i,7}$	$M_{i,8}$	$M_{i,9}$	$M_{i,10}$
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1
2	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1
3	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1
4	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1
5	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1
6	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1

(continuação)

i	M_{i,0}	M_{i,1}	M_{i,2}	M_{i,3}	M_{i,4}	M_{i,5}	M_{i,6}	M_{i,7}	M_{i,8}	M_{i,9}	M_{i,10}
7	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	1
8	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1
9	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1
10	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	0	1	1	0	1	0	1
12	1	0	0	1	0	1	0	1	1	1	1
13	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1
14	1	0	0	0	1	1	0	1	0	0	1
15	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1
16	1	1	1	0	1	1	1	0	0	1	0
17	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0
18	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0
19	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
20	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
21	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1
22	1	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1
23	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
24	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
25	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	1
26	1	0	1	1	0	1	0	0	1	1	0
27	1	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0
28	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0
29	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

(continuação)

i	M_{i,0}	M_{i,1}	M_{i,2}	M_{i,3}	M_{i,4}	M_{i,5}	M_{i,6}	M_{i,7}	M_{i,8}	M_{i,9}	M_{i,10}
31	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Entre a UCI, a HARQ-ACK tem os requisitos de fiabilidade mais elevados e os respectivos RE estão localizados ao lado do RS em cada intervalo de tempo, de modo a obter a estimativa de canal mais precisa para a sua desmodulação. Quando não há transmissão de CQI/PMI, o RI é colocado nos símbolos depois da HARQ-ACK, enquanto a transmissão de CQI/PMI é multiplexada uniformemente em toda a sub-trama.

A FIG. 4 ilustra uma multiplexagem UCI convencional numa sub-trama PUSCH.

No que se refere à FIG. 4, os bits 410 HARQ-ACK são colocados a seguir ao RS 420 em cada intervalo de tempo da sub-trama PUSCH. Os bits 430 CQI/PMI são multiplexados através de todos os símbolos DFT-S-OFDM e o resto da sub-trama possui transmissão de bits 440 de dados. Como a multiplexagem é antes da DFT, utiliza-se uma dimensão de frequência para a colocação da UCI.

No caso de um transmissor UE tendo mais do que uma antena, a Diversidade de Transmissão (TxD) pode melhorar a fiabilidade do sinal recebido, proporcionando diversidade espacial.

Um método TxD exemplificativo é a Codificação em Blocos no Espaço-Tempo (STBC). Com a STBC, se a primeira antena transmitir os símbolos d_0 , d_1 , a segunda antena transmite os símbolos $d^*_1-d^*_0$, em que d^* é o conjugado complexo de d . Representando a

estimativa de canal para o sinal recebido numa antena de referência Nó B e transmitido pela $j^{\acute{e}sima}$ antena UE por h_j , $j= 1, 2$, e representando o sinal recebido na antena Nó B no $k^{\acute{e}simo}$ símbolo DFT-S-OFDM por y_k , $k = 1, 2$, a decisão para um par de símbolos STBC $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]$   de acordo com $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]^T = H^H [y_k, y_{k+1}]^T$ onde

$$H^H = \begin{bmatrix} h_1^* & -h_2^* \\ h_2^* & h_1^* \end{bmatrix} / \sqrt{(|h_1|^2 + |h_2|^2)}$$

De modo a aumentar as velocidades de transmissão de dados suportáveis, considera-se a agrega o de múltiplas Portadoras de Componentes (CCs) na DL e na UL para proporcionar BW mais elevadas. Por exemplo, para suportar uma comunica o acima de 60 MHz, pode utilizar-se uma agrega o de tr s CC de 20 MHz.

A FIG. 5 ilustra o conceito de Agrega o de Portadoras (CA) convencional.

No que se refere   FIG. 5, uma BW DL 510 em funcionamento de 60 MHz   construída pela agrega o de 3 (contíguas, para simplificar) de DL CC 521, 522 e 523, tendo, cada uma, uma BW de 20 MHz. Do mesmo modo, uma BW UL 530 em funcionamento de 60 MHz,   construída pela agrega o de 3 CC UL 541, 542 e 543, tendo, cada uma, uma BW de 20 MHz. Para simplificar, no exemplo ilustrado na FIG. 5, assume-se que cada DL CC 521, 522 e 523   mapeada apenas numa CC UL (CA simétrica), mas também   possível que mais do que uma DL CC seja mapeada numa única CC UL ou mais do que 1 CC UL seja mapeada numa única DL CC (CA assimétrica, não mostrada para simplificar). A liga o entre DL CC e CC UL   tipicamente específica do UE.

Nó B configura CC para um UE utilizando sinalização RRC. Assumindo a transmissão de diferentes TB em cada uma das múltiplas DL CC 521, 522 e 523, múltiplos bits HARQ-ACK serão transmitidos na UL.

Para transmissões HARQ-ACK e PUSCH simultâneas, a extensão directa da operação convencional é incluir os bits HARQ-ACK para os TB recebidos numa DL CC no PUSCH da sua CC UL ligada. No entanto, na prática, nem todas as CC UL podem ter transmissões PUSCH na mesma sub-trama. Por conseguinte, qualquer concepção suportando transmissão no PUSCH de bits HARQ-ACK correspondendo à recepção de TB em múltiplas DL CC deve considerar o caso de apenas um único PUSCH. Isto também se aplica a qualquer tipo UCI (não apenas HARQ-ACK). Assume-se que a transmissão PUCCH está como numa única CC UL, que será denominada CC Primária UL.

A TxD deve ser suportada pela transmissão de UCI no PUSCH (se o UE tiver múltiplas antenas transmissoras), particularmente para a HARQ-ACK que exige uma elevada fiabilidade que pode ser difícil de conseguir sem aumentar substancialmente os recursos necessários para o PUSCH, particularmente grandes cargas úteis HARQ-ACK (tais como, por exemplo, 10 bits HARQ-ACK correspondendo à recepção de TB em 5 DL CC com 2 TB por DL CC).

A VERSÃO 3GPP; R1-084222, "MAC to physical layer mapping signaling for carrier and control aggregation" datada de Novembro de 2008, descreve sinalização ACK/NACK independente para cada Bloco de transporte em PUCCH ou PUSCH. Em alternativa, descreve-se a possibilidade de transmitir uma ACK/NACK comum para todos os Blocos de Transporte.

Por conseguinte, há a necessidade de suportar a transmissão de informação HARQ-ACK no PUSCH em resposta à recepção de, pelo menos, um TB proveniente de um UE configurado com CA na DL de um sistema de comunicação.

Há outra necessidade de dimensionar os recursos PUSCH utilizados para a multiplexagem de HARQ-ACK, dependendo do método de codificação de HARQ-ACK, para melhorar a fiabilidade da recepção de HARQ-ACK.

Há outra necessidade de seleccionar o PUSCH para a transmissão de UCI, para múltiplas transmissões de PUSCH simultâneas.

Há outra necessidade de suportar TxD para a transmissão de HARQ-ACK no PUSCH.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É um objectivo de algumas formas de realização da invenção resolver, mitigar ou obviar, pelo menos parcialmente, pelo menos, um dos problemas e/ou desvantagens associados com a técnica anterior.

Consequentemente, a presente invenção foi concebida para resolver, pelo menos, os problemas e limitações acima mencionados da técnica anterior e a presente invenção proporciona métodos e aparelhos para um UE transmitir sinais ACK associados com um processo HARQ, *i. e.*, sinais HARQ-ACK, em resposta à recepção de TB, quando o UE é configurado a partir do Nó B com múltiplas CC na DL de um sistema de comunicação,

melhorando, assim, a fiabilidade de recepção de informações HARQ-ACK codificadas no PUSCH, para seleccionar um PUSCH entre múltiplos PUSCH para multiplexagem de UCI e para aplicar diversidade de transmissão de HARQ-ACK no PUSCH.

De acordo com um aspecto da presente invenção, proporciona-se um método para um Equipamento de Utilizador (UE) para transmitir informação de confirmação de recepção para uma estação base em resposta à recepção de, pelo menos, um Bloco de Transporte (TB) em, pelo menos, uma portadora atribuída entre N portadoras atribuídas, em que, para cada portadora atribuída, ao UE também é atribuído pela estação base um respectivo Modo de Transmissão (TM) determinando o número máximo de TB que o UE pode receber num Canal Físico Partilhado de Ligação Descendente (PDSCH) quando transmitido pela estação base na respectiva portadora atribuída, sendo a informação de confirmação de recepção transmitida (multiplexada) em conjunto com informação de dados num Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH). O método inclui a geração, pelo UE, de $N + M$ bits de confirmação de recepção; ordenação, pelo UE, dos $N + M$ bits de confirmação de recepção numa palavra de código de acordo com uma ordem de portadoras atribuídas; e a codificação e transmissão da palavra de código. M é um número das portadoras atribuídas quando ao UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção para um máximo de 2 TB e $N - M$ é um número de portadoras atribuídas quando ao aparelho UE é atribuído o TM possibilitando uma recepção de 1 TB.

Proporciona-se um método para aumentar a fiabilidade de recepção da informação de controlo num sistema de comunicação em que um Equipamento de Utilizador (UE) codifica a informação de controlo utilizando um código, sendo a informação de controlo

transmitida em conjunto com informação de dados num Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH), sendo uma taxa de codificação nominal para a informação de controlo determinada a partir de uma modulação e de uma taxa de codificação da informação de dados. O método inclui determinar se a taxa de codificação nominal para a informação de controlo é maior do que uma taxa de codificação máxima; definir a taxa de codificação para a informação de controlo para a taxa nominal de codificação, quando a taxa de codificação nominal para a informação de controlo não for maior do que a taxa de codificação máxima; definir a taxa de codificação para a taxa de codificação máxima, quando a taxa de codificação nominal para a informação de controlo for maior do que a taxa de codificação máxima; e transmitir a informação de controlo utilizando a taxa de codificação definida.

Proporciona-se um método para um Equipamento de Utilizador (UE) seleccionar um único PUSCH para transmitir informação de controlo num sistema de comunicação, em que o UE é programado por uma estação base para transmissão de informação de dados numa série de portadoras utilizando um respectivo Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH) em cada uma das portadoras, em que o UE também transmite informação de controlo. O método inclui calcular uma métrica para cada PUSCH em cada uma das portadoras; seleccionar um PUSCH para transmitir a informação de controlo de acordo com a métrica calculada; e transmitir a informação de dados e a informação de controlo no PUSCH seleccionado.

Proporciona-se um método para um Equipamento de Utilizador (UE) seleccionar um único Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH), para transmitir informação de controlo num

sistema de comunicação, em que o UE utiliza recursos numa primeira portadora quando transmite apenas informação de controlo e é programado por uma estação base para transmitir informação de dados numa série de portadoras U utilizando um respectivo PUSCH em cada uma das portadoras U . O método inclui seleccionar o PUSCH na primeira portadora, se for uma das portadoras U ; seleccionar o PUSCH numa segunda portadora, sendo a segunda portadora determinada de acordo com uma ordem das portadoras que é configurada pela estação base, se a primeira portadora não for uma das portadoras U ; e transmitir a informação de controlo no PUSCH seleccionado.

De acordo com outro aspecto da presente invenção, proporciona-se um aparelho de Equipamento de Utilizador (UE) para a transmissão de informação de confirmação de recepção, sendo atribuído ao aparelho UE, por uma estação base, uma série de portadoras N e um Modo de Transmissão (TM) para cada portadora, determinando o TM um número máximo de Blocos de Transporte (TB), que o aparelho UE pode receber num respectivo Canal Físico Partilhado de Ligação Descendente (PDSCH) transmitido pela estação base numa portadora atribuída, sendo a informação de confirmação de recepção em resposta a uma recepção de, pelo menos, um TB em, pelo menos, uma portadora atribuída e sendo transmitida em conjunto com informação de dados num Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH). O aparelho inclui um gerador para gerar $N + M$ bits de confirmação de recepção; uma unidade de alinhamento para ordenar os $N + M$ bits de confirmação de recepção numa palavra de código de acordo com uma ordem das portadoras atribuídas; um codificador para codificar a palavra de código dos $N + M$ bits de confirmação de recepção; e um transmissor para transmitir a informação de confirmação de recepção e a informação de dados. M é um número

das portadoras atribuídas em que ao UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção de 2 TB e $N - M$ é um número de portadoras atribuídas em que ao aparelho UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção de 1 TB.

Proporciona-se um aparelho de Equipamento de Utilizador (UE) para transmitir informação de controlo e informação de dados numa única portadora, sendo atribuído ao aparelho UE, por uma estação base, recursos numa primeira portadora para transmissão de apenas informação de controlo e sendo atribuída, pela estação base, transmissão de informação de dados numa série de portadoras U utilizando um respectivo Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente (PUSCH) em cada uma das portadoras U . O aparelho inclui um selector para seleccionar um PUSCH na primeira portadora, se for uma das portadoras U , ou para seleccionar um PUSCH numa segunda portadora, se a primeira portadora não for uma das portadoras U , sendo a segunda portadora determinada de acordo com uma ordem das portadoras que é configurada pela estação base; e um transmissor para transmitir a informação de dados e a informação de controlo no PUSCH seleccionado.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Estes e outros aspectos, características e vantagens da presente invenção, serão mais evidentes a partir da descrição pormenorizada que se segue feita em associação com os desenhos anexos, nos quais:

A FIG. 1 é um diagrama que ilustra uma estrutura de sub-trama PUSCH convencional;

A FIG. 2 é um diagrama de blocos que ilustra um transmissor convencional para transmissão de dados, CSI e sinais HARQ-ACK num PUSCH;

A FIG. 3 é um diagrama de blocos que ilustra um receptor convencional para recepção de dados, CSI e sinais HARQ-ACK no PUSCH;

A FIG. 4 é um diagrama que ilustra multiplexagem convencional de UCI e dados num PUSCH;

A FIG. 5 é um diagrama que ilustra o conceito de agregação convencional de portadoras;

A FIG. 6 ilustra a geração de bits de confirmação de recepção de HARQ-ACK, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 7 ilustra bits de informação HARQ-ACK, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 8 ilustra transmissões de bits HARQ-ACK codificados a partir de um UE utilizando modulação QPSK, com uma repetição e com duas repetições de um código de bloco de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 9 ilustra a utilização de diferentes frequências para transmissão em cada intervalo de tempo de sub-trama de bits HARQ-ACK codificados a partir de um UE para duas repetições de um código de bloco, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 10 é um fluxograma que ilustra um método de multiplexagem de diferentes cargas úteis de HARQ-ACK (ou RI) num PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 11 ilustra uma selecção de um único PUSCH, entre múltiplos PUSCH, UCI para multiplexagem de UCI de acordo com uma métrica quantificada pelo MCS PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção;

A FIG. 12 ilustra uma inclusão de um IE de "UCI_Multiplexagem" num formato DCI programando uma transmissão PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção; e

A FIG. 13 é um diagrama que ilustra STBC de transmissão de HARQ-ACK num PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE FORMAS DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

Diversas formas de realização da presente invenção serão, agora, descritas em mais pormenor recorrendo aos desenhos anexos. A presente invenção pode, contudo, ser realizada de muitas formas diferentes e não se deve considerar as formas de realização enunciadas no presente documento como limitativas. Pelo contrário, estas formas de realização são apresentadas para que esta divulgação seja minuciosa e completa e transmita totalmente o âmbito da presente invenção aos especialistas na técnica.

Além disso, embora as formas de realização da presente invenção sejam descritas abaixo recorrendo a um sistema de comunicação de Duplexagem por Divisão de Frequência (FDD), utilizando transmissão OFDM com espalhamento DFT, também são aplicáveis a uma sistema de comunicação de Duplexagem por Divisão de Tempo (TDD) e a todas as transmissões de Multiplexagem por Divisão de Frequência (FDM) em geral e a um Acesso Múltiplo por Divisão de Frequência de Monoportadora (SC-FDMA) e OFDM em particular.

De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a multiplexagem HARQ-ACK é realizada num único PUSCH, em resposta à recepção de, pelo menos, um TB proveniente de um UE configurado com múltiplas DL CC (salvo indicação expressa em contrário).

Assume-se que todos os $O > 2$ bits HARQ-ACK são codificados em conjunto utilizando um único método de codificação em vez de ter múltiplas transmissões paralelas de 1 ou 2 bits HARQ-ACK, para cada respectiva DL CC, em recursos separados. Assume-se que a codificação de bits O HARQ ACK utiliza o código de bloco $(32, O)$ previamente descrito para a transmissão de CQI/PMI (as sequências base podem ou não ser iguais às do Quadro 2). Isto permite a transmissão de até 10 bits HARQ-ACK (considerando apenas as 10 primeiras sequências base). Quando se utiliza uma agregação de domínio espacial HARQ-ACK, cada bit HARQ-ACK respectivo corresponde à recepção de 2 TB (sendo transmitida uma ACK se ambos os TB forem correctamente recebidos e sendo transmitida uma NACK caso isso não aconteça).

Como alguns formatos de Informação de Controlo de Ligação Descendente (DCI) formatos, que informam um UE de transmissões PDSCH respectivas nas respectivas DL CC, podem ser recebidos incorrectamente (ou ausentes) pelo UE, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, há duas abordagens possíveis para garantir que um Nó B detecta um número de bits HARQ-ACK igual ao número de bits HARQ-ACK transmitidos pelo UE e que o Nó B e o UE têm o mesmo entendimento quanto ao posicionamento dos bits HARQ-ACK na respectiva palavra de código do código RM.

Na primeira abordagem, um UE utiliza o código de bloco RM (32, 0) e realimenta um determinado número de bits HARQ-ACK determinados a partir do número das suas DL CC configuradas e do respectivo Modo de Transmissão (TM) configurado. O TM para cada DL CC é atribuído ao UE através de sinalização RRC proveniente do Nó B e determina se o UE pode receber um máximo de 1 TB ou 2 TB na DL CC. Se o UE tiver configurado numa DL CC um TM suportando 2 TB, o UE transmite 2 bits HARQ-ACK para essa DL CC, independentemente do número de TB (0, 1 ou 2) que o UE recebe, na verdade, na respectiva sub-trama DL. Se o UE tiver configurado um TM suportando 2 TB numa DL CC, então, se o PDSCH respectivo transmitiu 1 TB (em vez de 2 TB), o UE indica uma recepção incorrecta para o segundo TB (NACK) na respectiva posição da palavra de código HARQ-ACK. Se o respectivo PDSCH não for recebido, o UE indica uma recepção incorrecta para 2 TB (2 NACK) nas respectivas posições da palavra de código HARQ-ACK.

Se o UE tiver M_1 DL CC e houver $N_1 \leq M_1$ DL CC para as quais o PDSCH pode transmitir 2 TB (UE configurou um TM suportando 2 TB), o número de bits HARQ-ACK no PUSCH é calculado como $O = 2N_1 + (M_1 - N_1) = M_1 + N_1$. Se o UE tiver apenas $M_1 = 2$ DL CC e houver $N_1 = 0$ DL CC com TM configurado possibilitando a recepção

de um máximo de 2 TB, então, o UE transmite $O = 2$ bits HARQ-ACK utilizando o código simplex (3, 2) anteriormente descrito. Em todos os outros casos, um UE com, pelo menos, 2 DL CC configurados, tem um número mínimo de $O = 3$ bits HARQ-ACK e utiliza o código de bloco RM (32, 0) para os transmitir no PUSCH.

A FIG. 6 ilustra a primeira abordagem para uma multiplexagem HARQ-ACK num PUSCH de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

No que se refere à FIG. 6, um UE tem 3 DL CC, CC1 DL 610, CC2 DL 612 e CC3 DL 614. Na CC1 DL 610, o UE está configurado com um TM1 suportando um máximo de 2 TB, no CC2 DL 612, o UE está configurado com um TM2 suportando um máximo de 1 TB e no CC3 DL 614, o UE está configurado com um TM3 suportando um máximo de 2 TB. O UE transmite sempre uma HARQ-ACK 620 de 2 bits correspondendo a CC1 DL 610, uma HARQ-ACK 622 de 1 bit correspondendo a CC2 DL 612 e uma HARQ-ACK 624 de 2 bits correspondendo a DL CC3 614. Em todos os casos, a transmissão de HARQ-ACK ocorre independentemente de o UE receber PDSCH na correspondente DL CC. Por conseguinte, o UE transmite sempre e o Nó B recebe sempre 5 bits HARQ-ACK para multiplexagem HARQ-ACK no PUSCH.

Na segunda abordagem, cada formato DCI programando uma transmissão PUSCH inclui um Elemento de informação (IE) Indicador de Atribuição de Ligação Descendente (DAI). O IE DAI é um mapa de bits indicando as DL CC com transmissão PDSCH. Por exemplo, assumindo que um UE pode ter um máximo de 5 DL CC, o IE DAI consiste em 5 bits. Utilizando o IE DAI, o número de bits HARQ-ACK nem sempre é o máximo correspondendo às DL CC

configuradas. Também se podem aplicar vários métodos para reduzir o número de bits IE DAI. Por exemplo, o UE pode assumir que tem sempre transmissão PDSCH numa DL CC, caso em que o mapa de bits não aborda essa DL CC. O número de bits HARQ-ACK transmitidos pelo UE no PUSCH depende do número máximo de TB que o PDSCH pode transmitir numa DL CC indicada pelo IE DAI.

Se o IE DAI indicar M_2 DL CC (o mapa de bits tem M_2 bits com valor 1 indicando uma DL CC) e, nestes M_2 DL CC, há $N_2 \leq M_2$ DL CC para as quais o PDSCH pode transmitir 2 TB, o número de bits HARQ-ACK é $O = 2N_2 + (M_2 - N_2) = M_2 + N_2$.

De modo semelhante à primeira abordagem, se o IE DAI indicar apenas $M_2 = 1$ DL CC ou $M_2 = 2$ DL CC, tendo ambos um TM configurado associado com a recepção de 1 TB ($N_2 = 0$), então, o UE transmite $O = 1$ ou $O = 2$ bits HARQ-ACK utilizando o método respectivo dos dois métodos anteriormente descritos (código de repetição ou código simplex (3, 2)). Em todos os outros casos, um UE tem um número mínimo de $O = 3$ bits HARQ-ACK e, quando os transmite no PUSCH, utiliza o código de bloco RM (32, 0).

A FIG. 7 ilustra bits de informação HARQ-ACK, de acordo com uma forma de realização da presente invenção, i. e., uma forma de realização da segunda abordagem.

No que se refere à FIG. 7, um UE de referência tem 3 DL CC, CC1 DL 720, CC2 DL 722 e CC3 DL 724. No CC1 DL 720, o UE está configurado com um TM1 suportando um máximo de 2 TB, no CC2 DL 722, o UE está configurado com um TM2 suportando um máximo de 1 TB e no CC3 DL 724, o UE está configurado com um TM3 suportando um máximo de 2 TB. O IE DAI 710 no formato DCI para uma transmissão PUSCH indica transmissão PDSCH na CC1 DL e

CC2 DL. O UE transmite 2 bits HARQ-ACK 730 para CC1 DL 720 e 1 bit HARQ-ACK 732 para CC2 DL 722. Esta transmissão de HARQ-ACK ocorre independentemente de o UE receber, na prática, o PDSCH em CC1 DL ou CC2 DL (o PDSCH perde-se quando a respectiva SA DL se perde).

A ordenação dos bits HARQ-ACK no código de bloco é determinada pela ordenação das respectivas DL CC. A ordenação das DL CC pode ser configurada através de sinalização RRC pelo Nó B ou ser implicitamente determinada, e. g., a partir da ordem de frequências portadoras para as DL CC. Ou seja, as DL CC podem ser ordenadas segundo uma ordem crescente de frequência portadora.

Depois de o UE determinar o número O de bits HARQ-ACK a transmitir, aplica o código de bloco $(32, O)$ como mostrado no Quadro 2.

De acordo com uma forma de realização da presente invenção, podem aplicar-se repetições dos bits HARQ-ACK codificados de modo a conseguir a fiabilidade exigida. Por exemplo, para uma modulação QPSK, os 32 bits de saída podem ser mapeados para 16 símbolos modulados, que são distribuídos em blocos de quatro RE nos 4 símbolos DFT-S-OFDM em torno dos 2 RS por sub-trama. Quando se aplicam múltiplas repetições dos bits HARQ-ACK codificados, os RE utilizados para transmissão de HARQ-ACK são em múltiplos de 16.

A FIG. 8 ilustra a transmissão de bits HARQ-ACK codificados para modulação QPSK com uma repetição e com duas repetições do código de bloco $(32, O)$. Para simplificar, não se considera a transmissão de outros tipos de UCI.

No que se refere à FIG. 8, o PUSCH inclui RE de HARQ-ACK para uma primeira repetição 810A, RE de HARQ-ACK para uma segunda repetição 810B, RE de RS 820 e RE de dados 830. Para uma repetição, os RE de HARQ-ACK são mapeados em torno dos RS, em grupos de quatro RE, 840A e 840B. Para duas repetições, os RE de HARQ-ACK são mapeados em torno dos RS, em grupos de 4 RE, 850A e 850B, para a primeira repetição e, novamente, em grupos de 4 RE, 860A e 860B, para a segunda repetição.

Para múltiplas repetições, podem utilizar-se diferentes frequências para a transmissão em cada intervalo de tempo, de modo a aumentar a diversidade de frequência e diversidade de interferência de cada repetição, como é ilustrado na FIG. 9 para 2 repetições.

A FIG. 9 ilustra a utilização de diferentes frequências para transmissão em cada intervalo de tempo de sub-trama de bits HARQ-ACK codificados provenientes de um UE para duas repetições de um código de bloco, de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

No que se refere à FIG. 9, a sub-trama PUSCH inclui RE de HARQ-ACK para uma primeira repetição 910A, RE de HARQ-ACK para uma segunda repetição 910B, RE de RS 920 e RE de dados 930. Os RE de HARQ-ACK são mapeados em torno do RS, em grupos de 4 RE, onde a localização dos RE no primeiro intervalo de tempo para a primeira repetição 940A e para a segunda repetição 940B é trocada no segundo intervalo de tempo para a primeira repetição 950A e para a segunda repetição 950B.

Para transmissão de HARQ-ACK no PUSCH, um UE determina o respectivo número de símbolos codificados Q' (taxa de codificação nominal), como mostrado na Equação (5).

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{Q_m \cdot R} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \quad \dots (5)$$

Dado que a carga útil de informação HARQ-ACK é fixa em O bits, o número de símbolos codificados Q' determina a taxa de codificação nominal das transmissões HARQ-ACK, que é inversamente proporcional ao MCS da transmissão de dados, dado que este é determinada por $Q_m \cdot R$.

Em alternativa, de modo a simplificar a operação de codificação no transmissor UE e a operação de decodificação no receptor Nó B, e para evitar as perdas de perfuração associadas com o aumento da taxa de codificação para um código de bloco com

comprimento reduzido (se $\left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{Q_m \cdot R} \right\rceil < 32$), um número inteiro de repetições para o código de bloco (32, O) só pode ser definido se a taxa de codificação nominal for maior do que uma taxa de codificação máxima predeterminada. Em seguida, o UE determina o número de repetições R para os bits UCI codificados (HARQ-ACK ou RI), como mostrado na equação (6).

$$R = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{R \cdot 32} \right\rceil, \frac{4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m}{32} \right) = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}(O)}{32 \cdot R} \right\rceil, \frac{M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m}{8} \right) \quad \dots (6)$$

Na equação (6), $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$ depende de um número de bits HARQ-ACK transmitidos. Assume-se que o número máximo de RE disponíveis para multiplexagem HARQ-ACK no PUSCH não é alcançado. Podem definir-se valores $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$ para diferentes valores O ou alguns valores $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$ podem ser definidos para um conjunto de valores O . Como O é predeterminado através de configuração RRC, por exemplo $O = M_1 + N_1$, $\beta_{offset}^{PUSCH}(O)$ também pode ser predeterminado por meio de configuração RRC e $\beta_{offset}^{PUSCH}(O) = \beta_{offset}^{PUSCH}$.

Para transmissão de HARQ-ACK, como uma taxa de um código de bloco depende de um número de bits HARQ-ACK transmitidos, mesmo que um UE transmita sempre um número máximo de bits HARQ-ACK correspondendo a todas as DL CC, diferenças na fiabilidade de recepção devido a diferenças numa taxa de código de bloco são reflectidas pela dependência de $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O)$ do número de bits HARQ-ACK transmitidos. Ao contrário da transmissão convencional de 1 bit HARQ-ACK utilizando codificação de repetição, a dependência não é linear (isto é, $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O) \neq O \cdot \beta_{offset}^{HARQ-ACK}(1)$), dado que as diferenças em termos de fiabilidade de recepção devido a alterações na taxa de codificação não são lineares. Para simplificar, diferentes valores consecutivos para O podem ser mapeados para o mesmo valor $\beta_{offset}^{HARQ-ACK}(O)$.

A FIG. 10 é um fluxograma que ilustra um método de multiplexagem de diferentes cargas úteis HARQ-ACK (ou RI) (número de bits de informação) num PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção. Especificamente, a FIG. 10 ilustra funcionalidades de transmissor UE e receptor Nó B quando se efectua a multiplexagem de diferentes cargas úteis HARQ-ACK num PUSCH.

No que se refere à FIG. 10, no passo 1010, determina-se se o número de bits HARQ-ACK é $O > 2$. Se o número de bits HARQ-ACK não for $O > 2$, o respectivo método convencional (código de repetição ou código simplex) é utilizado para a transmissão de HARQ-ACK no passo 1020. No entanto, se o número de bits HARQ-ACK for $O > 2$, os bits HARQ-ACK são codificados utilizando o código de bloco RM (32, O) no passo 1030.

No passo 1040, assumindo 2 bits HARQ-ACK por símbolo modulado (modulação QPSK), os 32 bits HARQ-ACK codificados (assume-se que a taxa de código é diminuída a partir do seu valor nominal para acomodar, pelo menos, 1 repetição de 32 bits codificados) são divididos em 4 grupos de quatro, que são, depois, colocadas em 4 RE nos 4 símbolos DFT-S-OFDM a seguir aos 2 símbolos RS na sub-trama de transmissão PUSCH, no passo 1050. Se as condições determinando o número de símbolos codificados HARQ-ACK indicarem repetições adicionais no passo 1060, o passo 1050 é repetido utilizando RE adicionais. No entanto, quando não há repetições adicionais no passo 1060, o processo de colocação dos bits HARQ-ACK no PUSCH é concluído no passo 1070.

Após a codificação e atribuição de recursos dos bits HARQ-ACK serem aplicadas, como descrito na FIG. 10, aparelhos, tais como os descritos acima na FIG. 2 e FIG. 3, podem ser

utilizados para a transmissão e recepção dos bits HARQ-ACK. Consequentemente, uma descrição repetitiva não será aqui proporcionada.

De acordo com outra forma de realização da presente invenção, um único PUSCH é seleccionado de entre múltiplos PUSCH durante a mesma sub-trama em diferentes CC UL, para multiplexagem UCI. Considerando S transmissões PUSCH sem multiplexagem espacial com respectivos MCS de $\{MCS(1), MCS(2), \dots, MCS(S)\}$, uma primeira abordagem considera que o UE selecciona a transmissão PUSCH com o maior MCS para multiplexagem UCI. Por conseguinte, o UE transmite UCI nas CC UL

obtido como
$$s = \arg \max_{j=1, \dots, S} \{MCS(j)\}.$$

A FIG. 11 ilustra uma selecção de um único PUSCH de entre múltiplos PUSCH, para multiplexagem UCI, de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

No que se refere à FIG. 11, um UE de referência tem 3 transmissões PUSCH numa sub-trama em 3 respectivas CC UL, CC1 UL com modulação QPSK e taxa de código de $r = 1/2$ 1110, CC2 UL com modulação QAM16 e taxa de código de $r = 1/2$ 1120, e CC3 UL com modulação QAM16 e taxa de código de $r = 1/3$ 1130. Como a transmissão PUSCH na CC2 UL tem o maior MCS (maior eficiência espectral), o UE multiplexa UCI na transmissão PUSCH em CC2 UL 1140.

A vantagem de seleccionar apenas um único PUSCH para multiplexagem UCI é que proporciona uma solução única, independentemente do número de transmissões PUSCH que um UE pode ter numa única sub-trama e adapta-se, naturalmente, à

codificação conjunta de todos os bits HARQ-ACK. Ao escolher a transmissão PUSCH com o maior MCS, obtém-se a melhor fiabilidade para a transmissão de UCI, dado que, tipicamente, quanto maior o MCS, melhor é a qualidade da ligação.

Além disso, a escolha de um único PUSCH minimiza o impacto de casos de erro que podem ocorrer se o UE perder formatos DCI programando transmissões PUSCH. Quando um Nó B e um UE têm concepções diferentes do PUSCH seleccionado com o MCS mais elevado, *e. g.*, porque o UE perdeu o formato DCI programando o PUSCH com o maior MCS, o Nó B pode detectar uma ausência de uma transmissão desse tipo e pode determinar se essa UCI está incluída na primeira transmissão PUSCH com o maior MCS que o Nó B detecta. Se múltiplas transmissões PUSCH tiverem o mesmo MCS mais elevado, a transmissão PUSCH seleccionada pode estar numa CC UL predeterminada, tal como, por exemplo, na CC UL com o índice mais pequeno, dado que estes índices CC UL são configurados para o UE pelo Nó B.

De acordo com outra forma de realização da invenção, um UE selecciona, para multiplexagem UCI, uma transmissão PUSCH minimizando uma quantidade relativa de RE de dados que vão ser substituídos por RE de UCI. Se o UE tiver S transmissões PUSCH numa dada sub-trama e o respectivo número de RE necessários para multiplexagem UCI no PUSCH s for $O(s)$, $s = 1, \dots, S$, então, o UE pode seleccionar, para multiplexagem UCI, o PUSCH minimizando a relação de utilidade $U(s)$, como mostrado na Equação (7).

$$U(s) = \frac{O(s)}{N_{symb}^{PUSCH}(s) \cdot M_{sc}^{PUSCH}(s)}, \quad s = 1, \dots, S$$

Na Equação (7), $M_{sc}^{PUSCH}(s) = M_{PUSCH}(s) \cdot N_{sc}^{RB}$ é um número de RE atribuídos à transmissão PUSCH s e $N_{sc}^{PUSCH}(s) = 2 \cdot (N_{sc}^{UL} - 1) - N_{SRS}(s)$ é um número de símbolos na transmissão PUSCH s disponíveis para transmissão de dados (com $N_{SRS}(s) = 1$, se se utilizar um último símbolo de sub-trama para transmissão de SRS e $N_{SRS}(s) = 0$, caso contrário). O benefício desta abordagem é que o impacto de perfuração de dados ou compatibilidade de taxas, devido à multiplexagem UCI, na fiabilidade da recepção de dados, é minimizado. Por exemplo, para a mesma BLER alvo, Q_m por transmissão PUSCH, se o UE tiver uma primeira transmissão PUSCH ao longo de 20 RB com taxa de código de dados de 1/2 e uma segunda transmissão PUSCH ao longo de 5 RB com taxa de código de dados de 5/8, a selecção da primeira transmissão PUSCH levará a um menor número de RE relativos para UCI multiplexagem, embora a selecção da segunda transmissão PUSCH (MCS mais elevado) minimize o número absoluto de RE necessários para a multiplexagem UCI. O acima exposto pode ser, ainda, condicionado pela disponibilidade dos recursos UCI necessários (por exemplo, em não atingir o número máximo de RE em torno dos símbolos RS DM para a transmissão de HARQ-ACK).

De acordo com outra forma de realização da invenção, um Nó B pode seleccionar, dinamicamente, o PUSCH para multiplexagem UCI, ao incluir um IE de 1 bit no formato DCI programando cada transmissão PUSCH para indicar se uma UCI deve, ou não, ser multiplexada num respectivo PUSCH. Quando o formato DCI indicando o PUSCH para multiplexagem UCI é perdido pelo UE, o UE pode reverter para a escolha do PUSCH com um maior MCS ou um que minimize a informação complementar relativa de UCI. O mesmo aplica-se se não houver nenhum formato DCI associado à

transmissão PUSCH, tal como, por exemplo, para retransmissões HARQ síncronas não adaptativas ou transmissões PUSCH semi-persistentes.

A FIG. 12 ilustra uma inclusão de um IE "UCI_Multiplexagem" num formato DCI programando uma transmissão PUSCH.

No que se refere à FIG. 12, para a transmissão PUSCH 1210, o IE "UCI_Multiplexagem" 1220 no formato DCI associado indica se o UE deve incluir a sua transmissão de UCI no PUSCH 1230 ou não 1240.

Em vez de introduzir explicitamente um IE para indicar se um UE deve incluir UCI na sua transmissão PUSCH, pode utilizar-se um IE existente no formato DCI programando uma transmissão PUSCH para executar implicitamente essa funcionalidade. Por exemplo, assume-se que o formato DCI contém um IE de Indicador de Deslocamento Cíclico (CSI) para informar o UE do deslocamento cíclico (CS) a aplicar à transmissão de RS no PUSCH. Um valor CSI pode ser reservado de modo a que, quando é sinalizado no formato DCI, também indique inclusão da UCI no PUSCH. Os valores de outros IE de formato DCI existentes ou sua combinação também podem ser utilizados para o mesmo fim. O processo na FIG. 12 pode voltar a aplicar-se (ilustração adicional é omitida para simplificar), com a exceção de que, em vez de analisar o valor de um IE "UCI Multiplexagem", o UE examina se o IE de CSI existente tem um valor predeterminado e, se assim for, inclui o UCI na transmissão PUSCH.

De acordo com outra forma de realização da invenção, na ausência de qualquer transmissão PUSCH, utiliza-se sempre a mesma CC UL (CC Primária UL) pelo UE para transmitir UCI no

PUCCH. A CC Primária UL (PCC UL), também pode ser a CC UL padrão para multiplexagem UCI no PUSCH, quando uma transmissão PUSCH existe na PCC UL. Caso contrário, o UE pode reverter para outros meios para escolher o PUSCH (tal como utilizando uma das métricas descritas anteriormente ou utilizando uma ordem predeterminada com base nos índices de CC UL, como descrito anteriormente). Uma vantagem de utilizar a transmissão PUSCH (quando existente) na PCC UL para transmitir UCI ocorre se um UE estiver configurado para transmitir alguma UCI (tal como CQI/PMI) no PUCCH e alguma outra UCI (tal como HARQ-ACK) no PUSCH. Ao utilizar transmissões na mesma CC UL (a PCC UL) para transmitir a UCI no PUSCH e no PUCCH, o impacto dos produtos de inter-modulação e da eventual necessidade de redução de potência na transmissão de UCI é minimizado.

De acordo com uma forma de realização da presente invenção, a TxD é aplicada a uma transmissão de UCI num PUSCH.

A FIG. 13 ilustra STBC para uma transmissão de HARQ-ACK num PUSCH, de acordo com uma forma de realização da presente invenção.

No que se refere à FIG. 13, assume-se, de um modo geral, que o número de RE de HARQ-ACK é par e, em particular, assumindo uma modulação de tipo QPSK e o código de bloco (32, 0), o número de RE de HARQ-ACK é um múltiplo de 16 ($= 32/2$). A primeira antena UE transmite a estrutura 1310 e a segunda antena UE transmite a estrutura 1320. O UE aplica STBC para a transmissão dos símbolos 1330 HARQ-ACK modulados a partir da primeira antena e aplica STBC para a transmissão dos símbolos 1340 HARQ-ACK modulados a partir da segunda antena. O UE pode ou não aplicar STBC para a transmissão dos dados 1350 de informação.

A transmissão de RS em cada um dos dois intervalos de tempo da primeira antena, RS11 1360A e RS12 1360B, é ortogonal à transmissão de RS em cada um dos dois intervalos de tempo da segunda antena, RS21 1370A e RS22 1370B. Por exemplo, RS11 1360A e RS21 1370A podem utilizar um CS diferente. RS12 1360B e RS22 1370B também podem utilizar um CS diferente. O UE pode determinar o CS para RS11 1360A a partir do IE CSI no formato DCI ou por meio de sinalização RRC proveniente do Nó B. O CS para RS21 1370A pode ser determinado implicitamente a partir do CS para RS11 1360A (por exemplo, o CS para RS21 1370A pode ser o que tiver a maior distância ao CS para RS 11).

O aparelho de UE para a transmissão desde a primeira antena é como ilustrado na FIG. 2. O aparelho para a transmissão desde a segunda antena também é como descrito na FIG. 2, com exceção de os símbolos HARQ-ACK modulados serem como na FIG. 13.

O aparelho receptor de Nó B é como ilustrado na FIG. 3 (para os bits HARQ-ACK), com exceção da aplicação de um processamento de recepção STBC, como descrito anteriormente. Por conseguinte, para uma antena receptora de Nó B de referência, se h_j for a estimativa de canal para o sinal transmitido desde a $j^{\text{ésima}}$ antena de UE, $j = 1, 2$, e y_k é o sinal recebido no $k^{\text{ésimo}}$ símbolo DFT-S-OFDM, $k = 1, 2$, a decisão para um par de símbolos HARQ-ACK

$[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]$ (antes da descodificação) está de acordo com $[\hat{d}_k, \hat{d}_{k+1}]^T = H^H [y_k, y_{k+1}^*]^T$ em que $[]^T$ indica a transposição de um vector e

$$H^H = \begin{bmatrix} h_1^* & -h_2 \\ h_2^* & h_1 \end{bmatrix} / (|h_1|^2 + |h_2|^2).$$

A STBC TxD pode ou não aplicar-se a outros tipos de UCI ou à informação de dados. Por exemplo, a STBC TxD pode aplicar-se ao RI e à HARQ-ACK porque o RI é sempre transmitido com um número par de símbolos DFT-S-OFDM. No entanto, a STBC TxD pode não ser aplicada ao CQI ou à informação de dados, cuja existência, devido a uma potencial transmissão de SRS, não pode ser, de um modo geral, garantida num número par de símbolos DFT-S-OFDM.

O número de recursos (símbolos codificados) utilizado para a transmissão de um tipo de UCI no PUSCH também pode depender da utilização de TxD. Por exemplo, dado que a TxD, tipicamente, melhora a fiabilidade de recepção da respectiva informação, menos recursos são necessários para satisfazer a fiabilidade necessária para o tipo de UCI. Para a determinação dos recursos de UCI no PUSCH, quando um método TxD particular, tal como STBC, é aplicado à transmissão de UCI, pode aplicar-se um conjunto diferente de valores β_{offset}^{PUSCH} para o tipo de UCI correspondente. Este conjunto de valores β_{offset}^{PUSCH} pode ser explicitamente definido, como no caso de ausência de TxD, ou pode ser derivado implicitamente do conjunto de valores β_{offset}^{PUSCH} sem TxD. Por exemplo, por derivação implícita, o conjunto de valores β_{offset}^{PUSCH} com TxD pode ser determinado alterando a escala do conjunto de valores β_{offset}^{PUSCH} sem TxD por 2/3. Em alternativa, o Nó B pode configurar de modo simples um valor β_{offset}^{PUSCH} diferente quando configura TxD para a transmissão de um tipo de UCI.

Embora a presente invenção tenha sido mostrada e descrita recorrendo a determinadas formas de realização da mesma, os

especialistas na técnica devem compreender que se podem fazer várias alterações no que se refere à forma e pormenores sem se divergir do âmbito da presente invenção, como definida pelas reivindicações anexas e seus equivalentes.

Deve compreender-se que as formas de realização da presente invenção podem ser realizadas sob a forma de hardware, software ou uma combinação de hardware e software. Qualquer software desse tipo pode ser armazenado sob a forma de um armazenamento volátil ou não volátil, tal como, por exemplo, um dispositivo de armazenamento como uma ROM, apagável ou regravável ou não, ou sob a forma de memória, tal como, por exemplo, RAM, chips de memória, circuitos de dispositivo ou integrados, ou num meio legível óptica ou magneticamente, tal como, por exemplo, um CD, DVD, disco magnético ou fita magnética, ou outros semelhantes. Deve compreender-se que os dispositivos de armazenamento e meios de armazenamento são formas de realização de um meio de armazenamento legível por máquina adequado para o armazenamento de um programa ou programas compreendendo instruções que, quando executadas, implementam formas de realização da presente invenção. Consequentemente, as formas de realização proporcionam um programa compreendendo um código para implementação de um sistema ou método como reivindicado em qualquer uma das reivindicações do presente documento e um meio de armazenamento legível por máquina armazenando um programa deste tipo. Ainda, além disso, estes programas podem ser transmitidos electronicamente por qualquer meio, tal como um sinal de comunicação transportado através de uma ligação com ou sem fios e formas de realização abrangem adequadamente os mesmos.

Ao longo da descrição e reivindicações do presente documento, as palavras "compreendem" e "contém/contêm" e

variações das palavras, por exemplo "compreendendo" e "compreende" significa "incluindo, mas não limitado a", não pretendendo, com isto, excluir (e não exclui) outros grupos, aditivos, componentes, números inteiros ou passos.

Ao longo da descrição e reivindicações desta descrição, o singular inclui o plural a menos que o contexto imponha uma interpretação diferente. Em particular, quando se utiliza o artigo indefinido, deve compreender-se que o documento contempla a pluralidade e a singularidade, a menos que o contexto imponha uma interpretação diferente.

Deve compreender-se que características, números inteiros, atributos, compostos, partes químicas ou grupos descritos em associação com um aspecto, forma de realização ou exemplo particular da invenção são aplicáveis a qualquer outro aspecto, forma de realização ou exemplo descritos no presente documento, a menos que haja uma incompatibilidade.

Também se deve compreender que, ao longo da descrição e reivindicações desta descrição, a linguagem na forma geral de "X para Y" (em que Y representa alguma acção, actividade ou passo e X é um meio para realizar essa acção, actividade ou passo) abrange meios X adaptados ou configurados especificamente, mas não exclusivamente, para fazer Y.

Lisboa, 30 de Julho de 2013

REIVINDICAÇÕES

1. Método para um Equipamento de Utilizador, UE, para transmitir informação de confirmação de recepção para uma estação base em resposta à recepção de, pelo menos, um Bloco de Transporte, TB, em, pelo menos, uma portadora atribuída entre N portadoras (610, 612, 614, 720, 722, 724) atribuídas, em que, para cada portadora atribuída, ao UE também é atribuído, pela estação base, um respectivo Modo de Transmissão, TM, determinando o número máximo de TB que o UE pode receber num Canal Físico Partilhado de Ligação Descendente, PDSCH, quando transmitido pela estação base na respectiva portadora atribuída, sendo a informação de confirmação de recepção transmitida em conjunto com informação de dados num Canal Físico Partilhado de Ligação Ascendente, PUSCH, compreendendo o método os seguintes passos:

gerar, pelo UE, de $N + M$ bits (620, 622, 624, 730, 732) de confirmação de recepção;

ordenar, pelo UE, os $N + M$ bits de confirmação de recepção numa palavra de código de acordo com uma ordem de portadoras atribuídas; e

codificar e transmitir a palavra de código,

em que M é um número das portadoras atribuídas quando ao UE é atribuída a recepção de um TM possibilitando uma recepção para um máximo de 2 TB (610, 614, 720, 724), e

em que $N - M$ é um número de portadoras atribuídas quando ao UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção de 1 TB (612, 722).

2. Método da reivindicação 1, em que a estação base atribui as portadoras (610, 612, 614, 720, 722, 724), um TM para cada portadora e a ordem das portadoras atribuídas através de sinalização de controlo de recursos de rádio.
3. Método da reivindicação 1, em que o PDSCH é recebido apenas num subconjunto das portadoras (720, 722) atribuídas.
4. Método da reivindicação 1, em que o PDSCH transportando um TB é recebido numa portadora atribuída quando ao aparelho de UE é atribuído um TM possibilitando a recepção de 2 TB.
5. Método da reivindicação 1, em que se gera uma confirmação de recepção negativa para a informação de confirmação de recepção correspondendo ao segundo TB dos 2 TB.
6. Aparelho de Equipamento de Utilizador, UE, para a transmissão de informação de confirmação de recepção, sendo atribuído ao aparelho UE, por uma estação base, uma série de portadoras N (610, 612, 614, 720, 722, 724) e um Modo de Transmissão, TM, para cada portadora, determinando o TM um número máximo de Blocos de Transporte, TB, que o aparelho UE pode receber num respectivo Canal Físico Partilhado de Ligação Descendente, PDSCH, transmitido pela estação base numa portadora atribuída, sendo a informação de confirmação de recepção em resposta a uma recepção de, pelo menos, um TB em, pelo menos, uma portadora atribuída e sendo transmitida em conjunto com informação de dados num Canal Físico

Partilhado de Ligação Ascendente, PUSCH, compreendendo o aparelho:

um gerador para gerar $N + M$ bits (620, 622, 624, 730, 732) de confirmação de recepção;

uma unidade de alinhamento para ordenar os $N + M$ bits de confirmação de recepção numa palavra de código de acordo com uma ordem das portadoras atribuídas;

um codificador para codificar a palavra de código dos $N + M$ bits de confirmação de recepção; e

um transmissor para transmitir a informação de confirmação de recepção e a informação de dados,

em que M é um número das portadoras atribuídas quando ao UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção de 2 TB (610, 614, 720, 724) e $N - M$ é um número de portadoras atribuídas quando ao aparelho UE é atribuído um TM possibilitando uma recepção de 1 TB (612, 722).

7. Aparelho de UE da reivindicação 6, em que a estação base atribui as portadoras (610, 612, 614, 720, 722, 724), um TM para cada portadora, e a ordem das portadoras atribuídas através de sinalização de controlo de recursos de rádio.
8. Aparelho de UE da reivindicação 6, em que o PDSCH é recebido apenas num subconjunto das portadoras (720, 722) atribuídas.
9. Aparelho de UE da reivindicação 6, em que o PDSCH transportando um TB é recebido numa portadora atribuída

quando ao aparelho de UE é atribuído um TM possibilitando a recepção de 2 TB.

10. Aparelho de UE da reivindicação 6, em que se gera uma confirmação de recepção negativa para a informação de confirmação de recepção correspondendo ao segundo TB dos 2 TB.

Lisboa, 30 de Julho de 2013

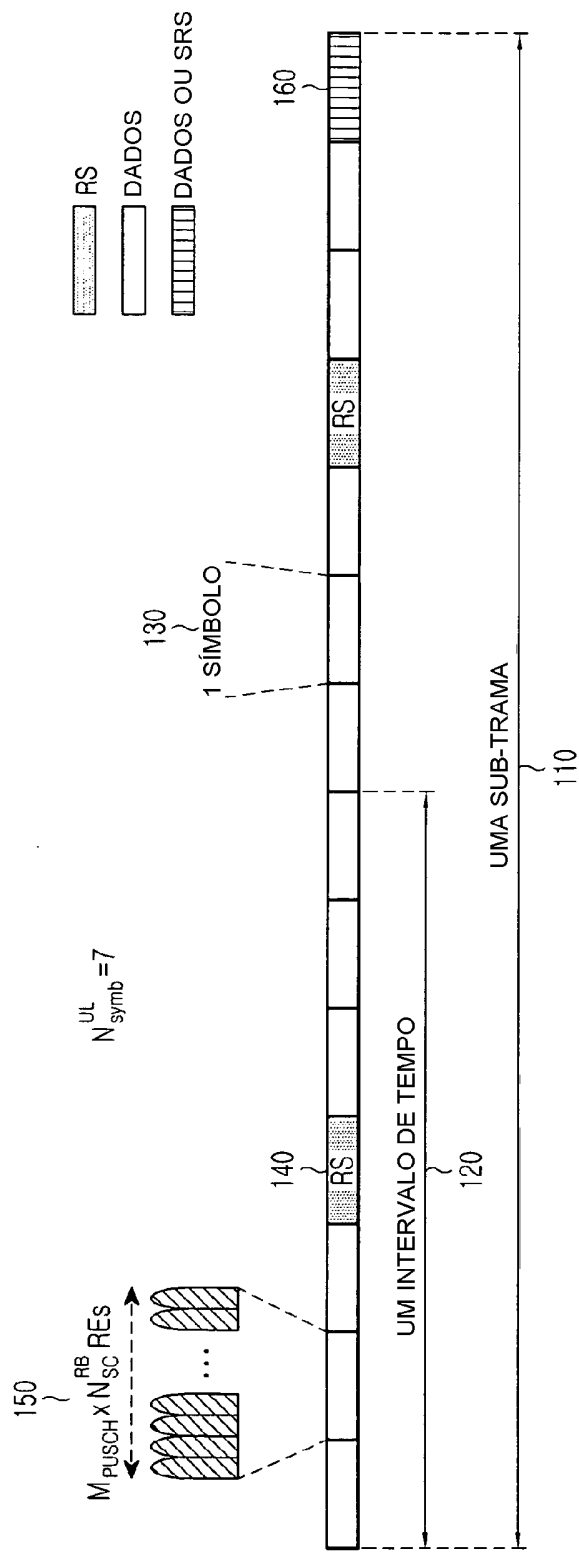


FIG.1

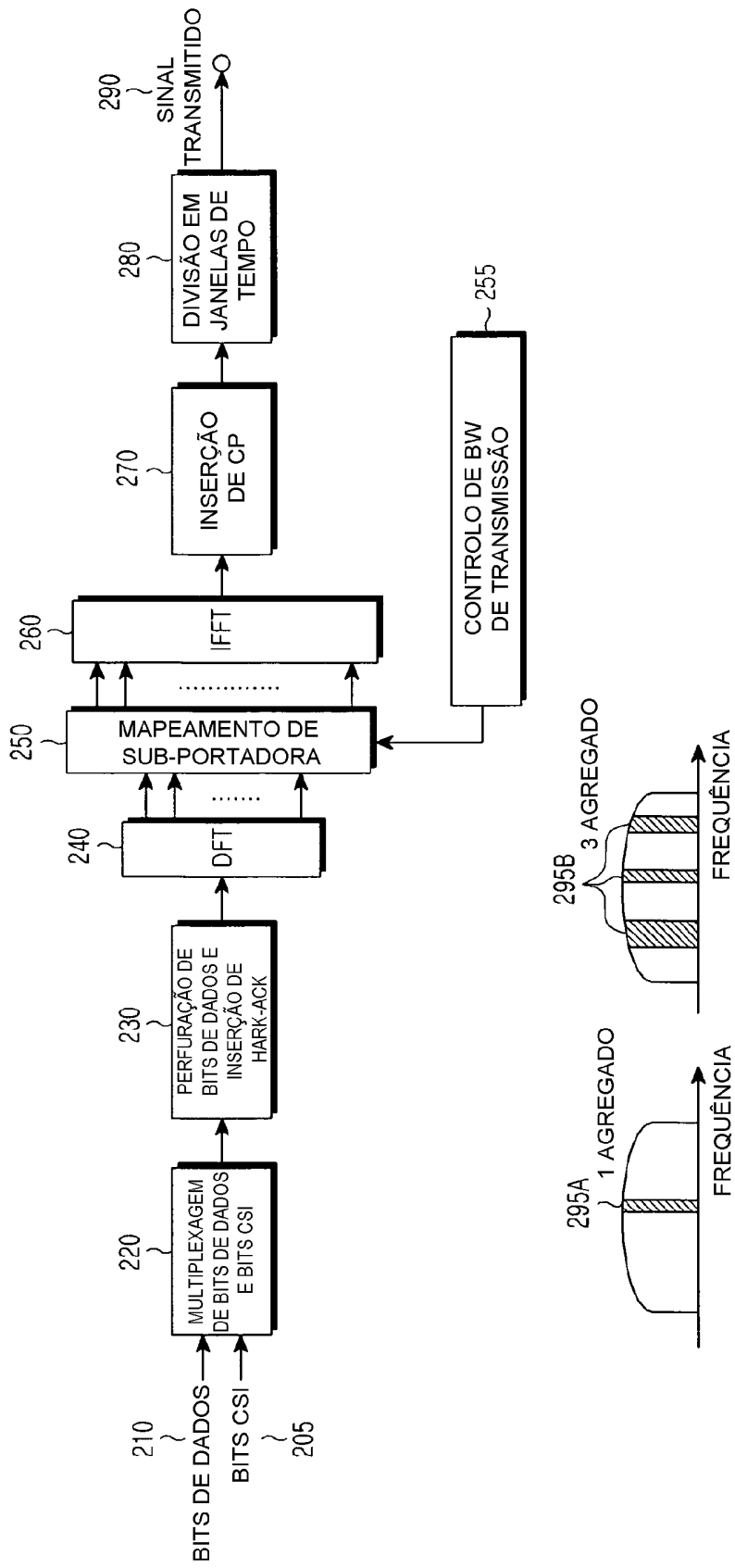


FIG.2

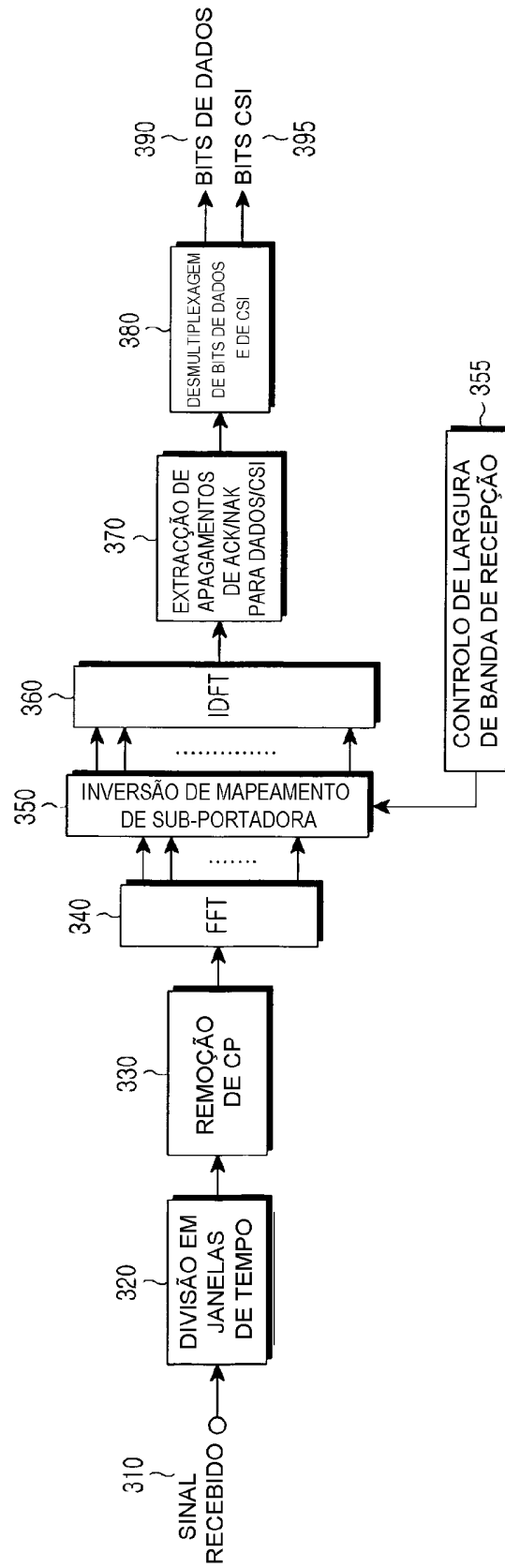


FIG.3

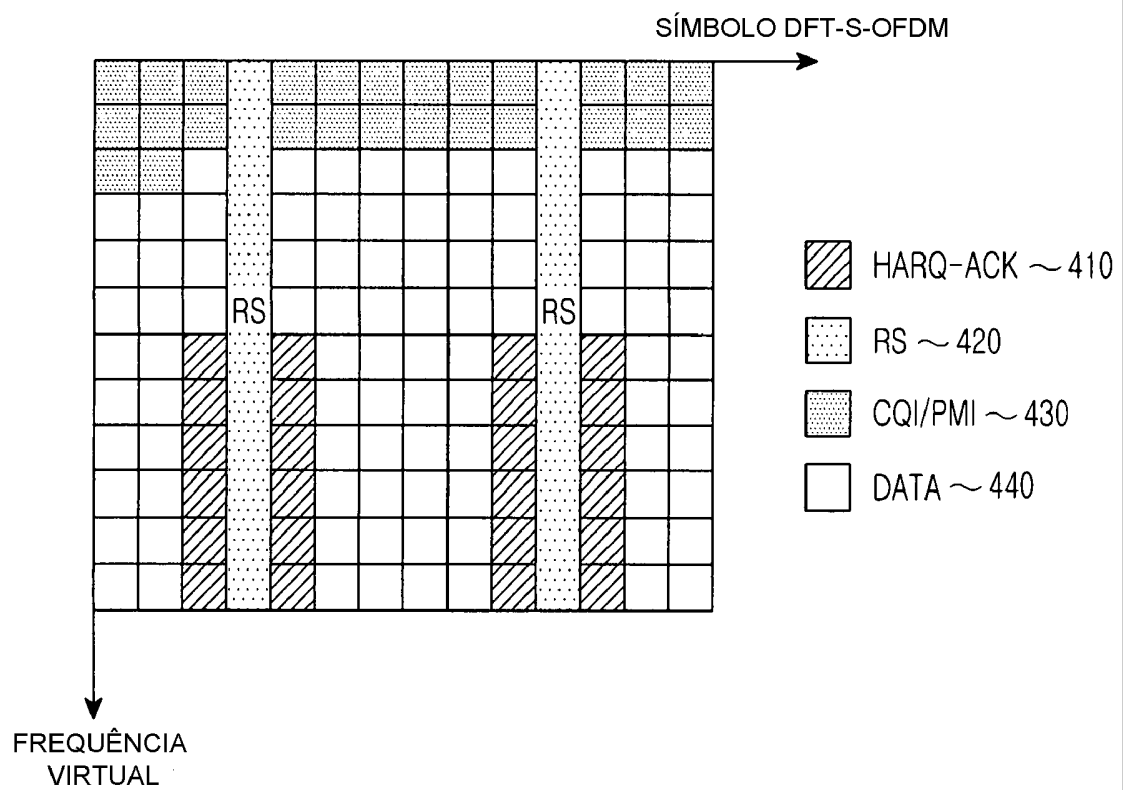


FIG.4

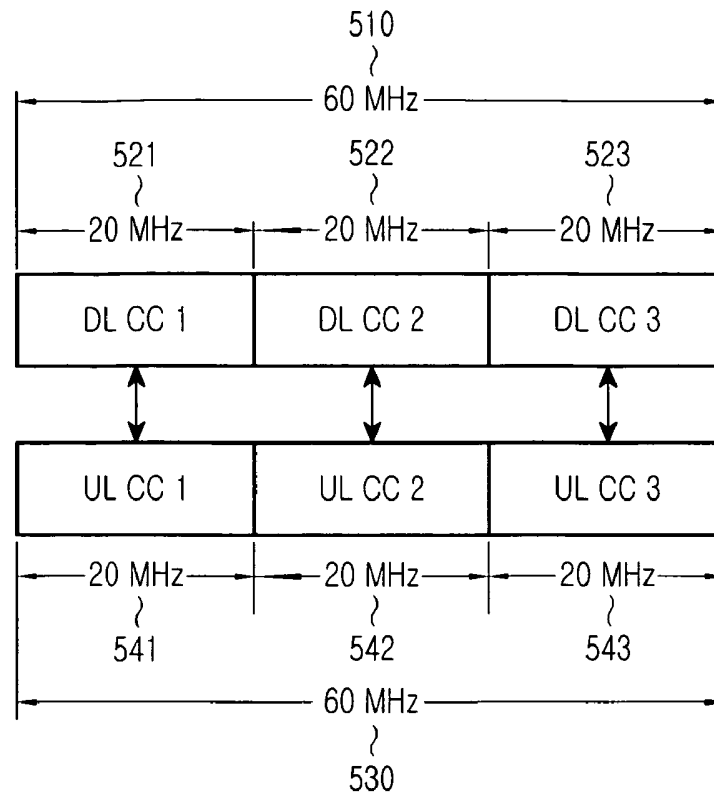


FIG.5

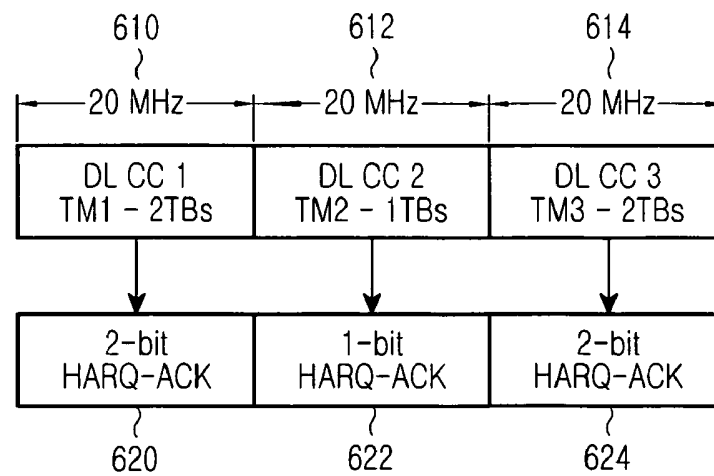


FIG.6

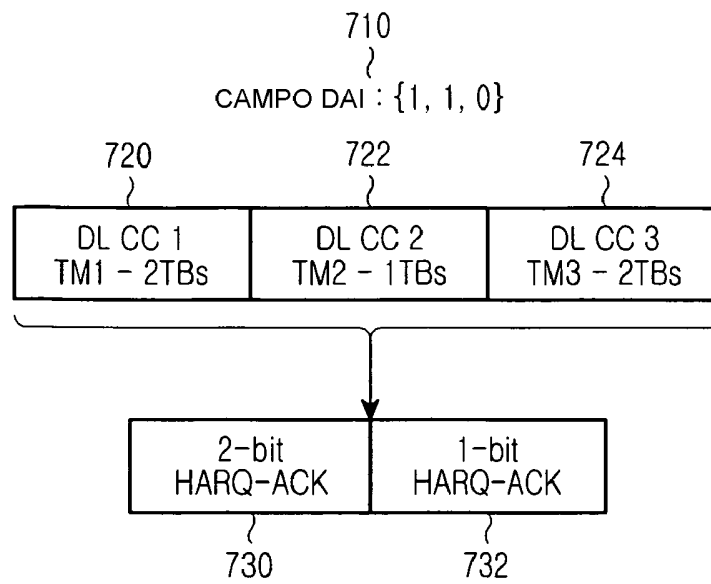


FIG.7

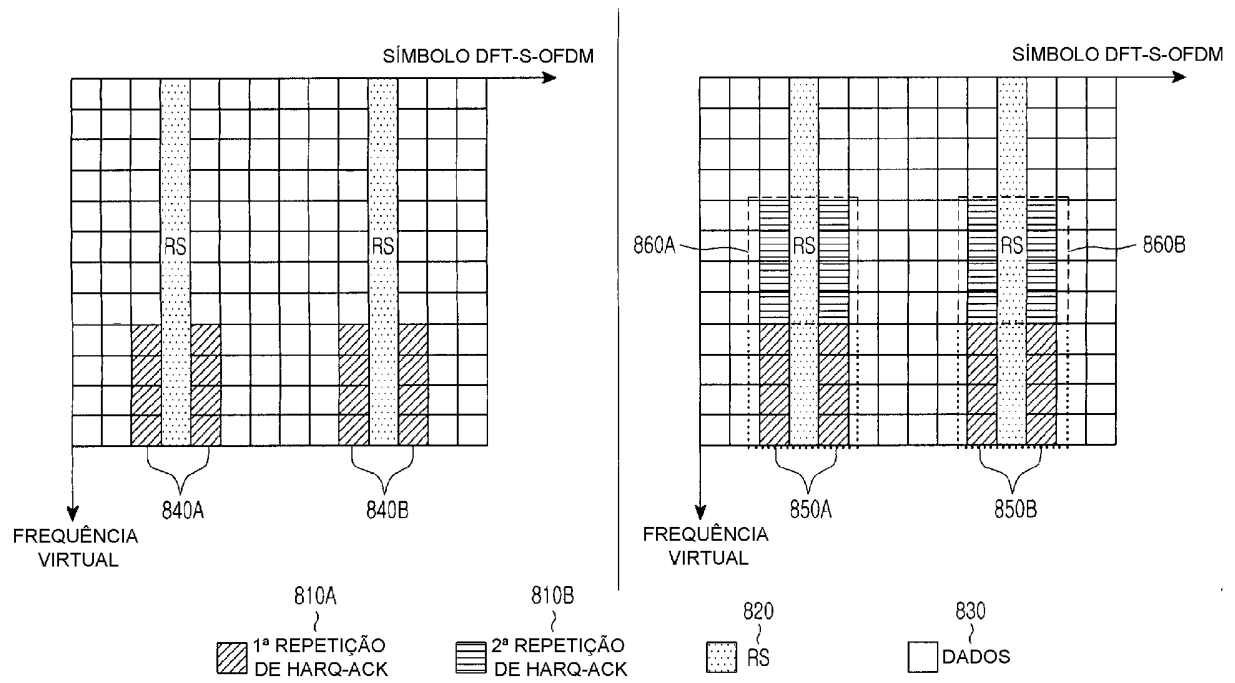


FIG.8

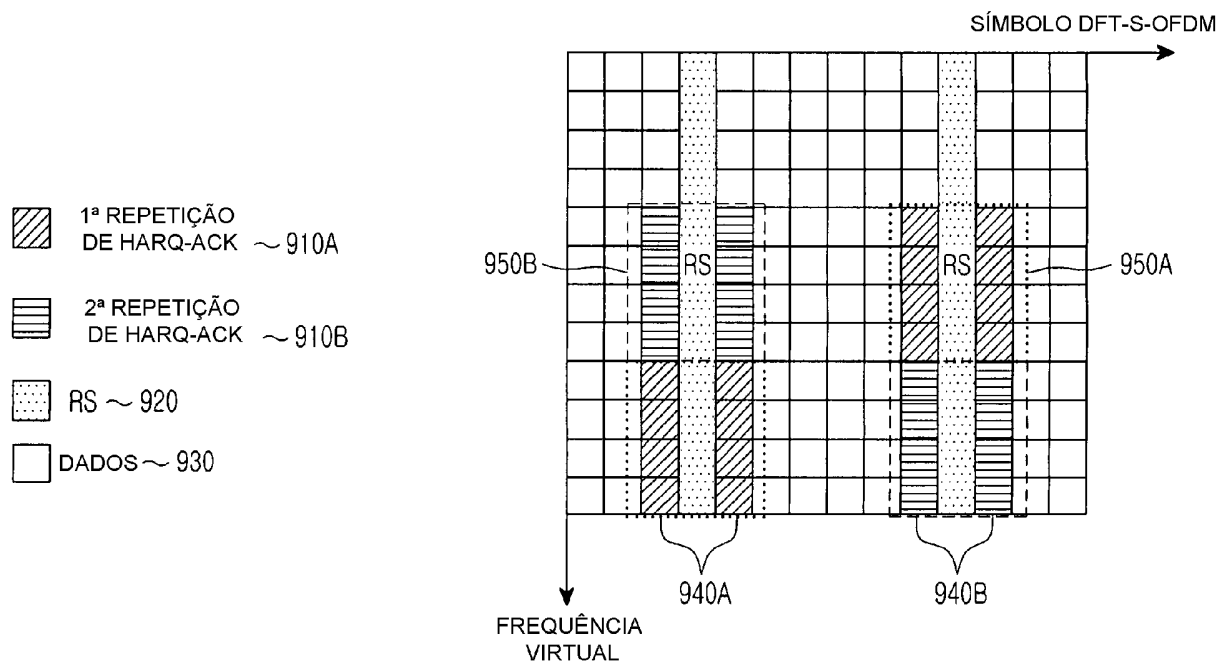


FIG.9

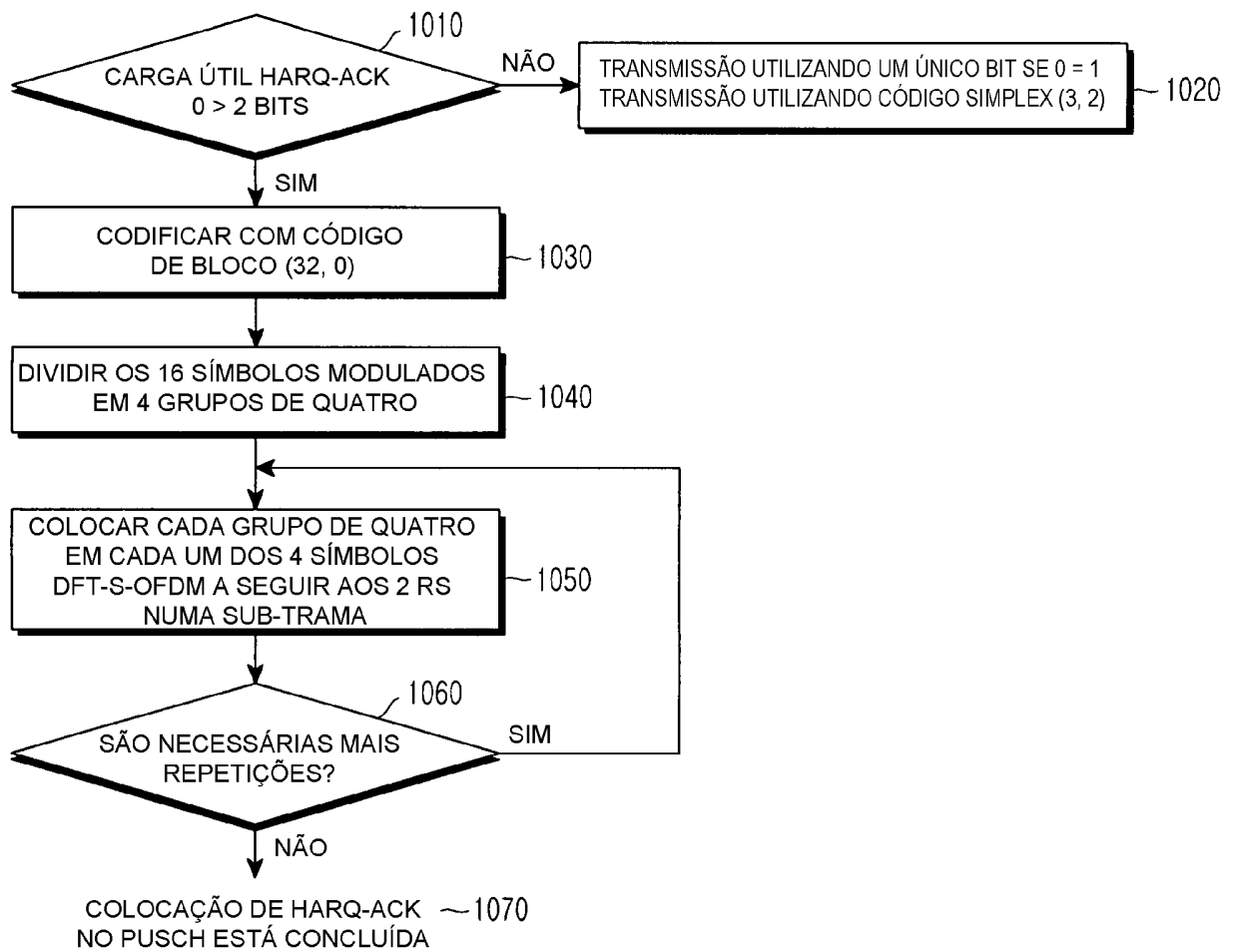


FIG.10

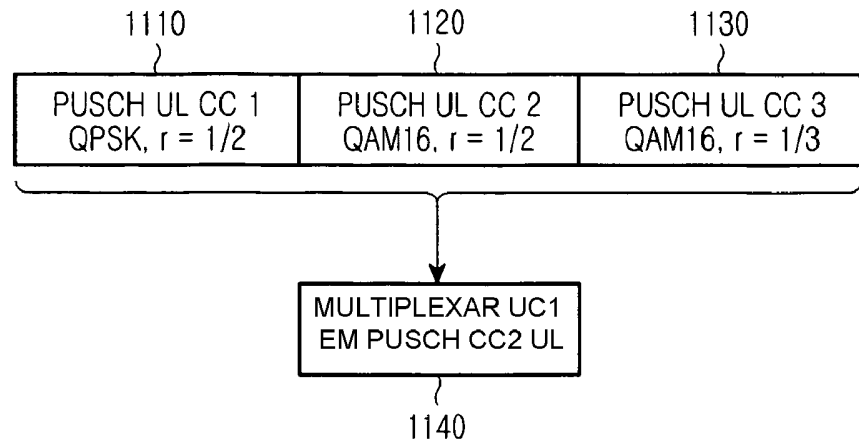


FIG.11

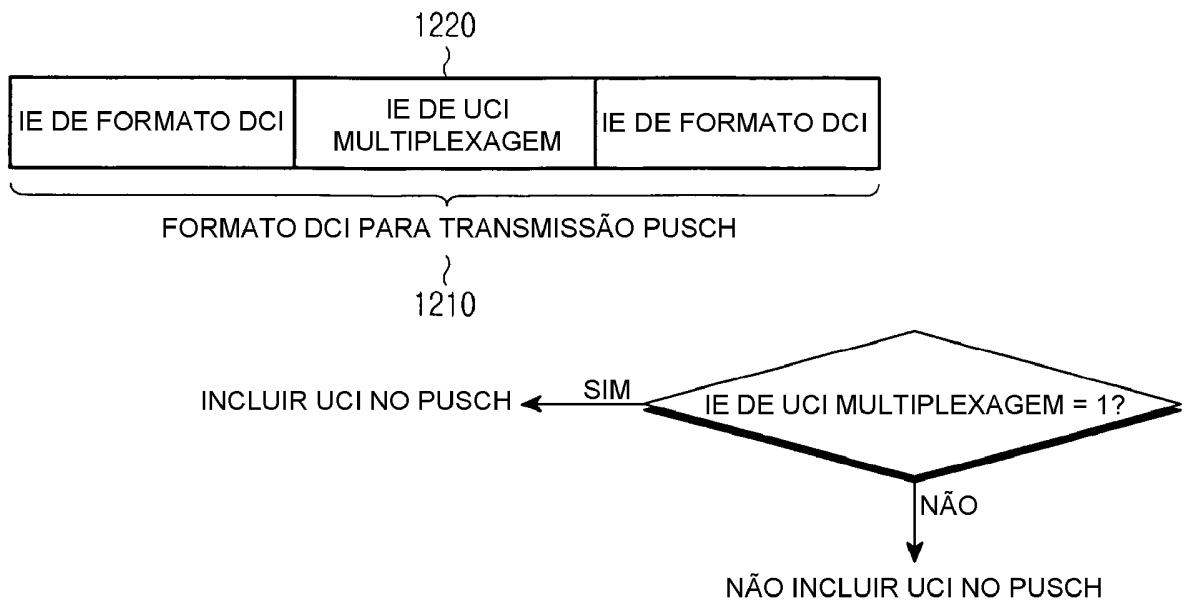


FIG.12

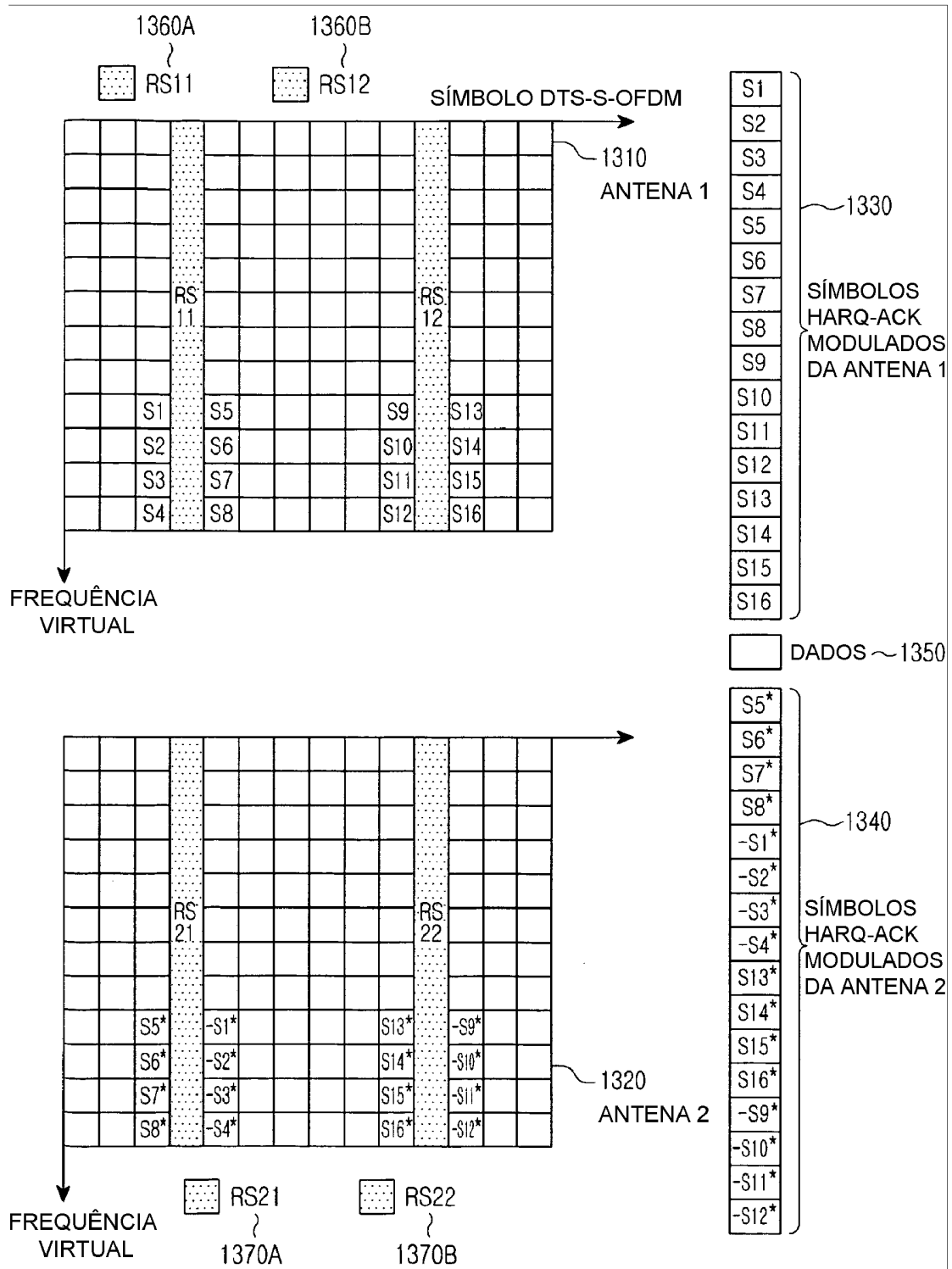


FIG.13