



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0026180

(51)⁷ H04W 48/08; H04W 48/02

(13) B

(21) 1-2016-00549

(22) 16/07/2014

(86) PCT/KR2014/006455 16/07/2014

(87) WO 2015/009063 A1 22/01/2015

(30) 61/846,634 16/07/2013 US; 61/886,680 04/10/2013 US; 61/947,430 04/03/2014 US;
61/950,825 10/03/2014 US; 61/952,848 13/03/2014 US; 61/954,576 17/03/2014 US;
61/969,809 24/03/2014 US

(45) 25/11/2020 392

(43) 25/05/2016 338A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

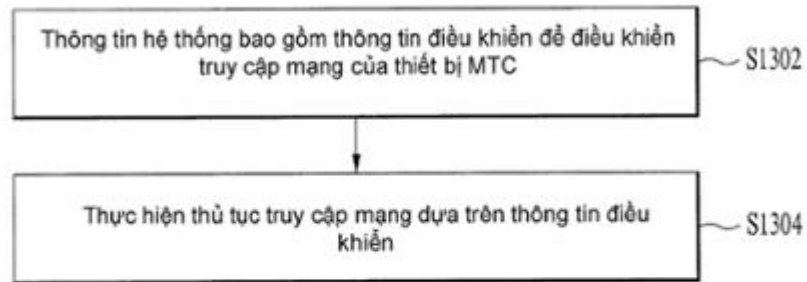
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul 150-721 Republic of Korea

(72) YANG, Suckchel (KR); YI, Yunjung (KR); YOU, Hyangsun (KR); AHN, Joonkui (KR).

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TRUY CẬP MẠNG TRONG HỆ THỐNG
TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị điều khiển kết nối mạng của thiết bị đầu cuối trong hệ thống truyền thông không dây, sáng chế đề cập đến phương pháp điều khiển mạng để kết nối mạng, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: thu thông tin hệ thống bao gồm thông tin điều khiển để điều chỉnh việc kết nối mạng để kết nối trên trạm gốc, dựa trên thông tin điều khiển, trong đó, khi thông tin điều khiển cho phép kết nối mạng hoặc khi thiết bị đầu cuối là thiết bị người dùng (User Equipment - UE) kiểu không phải khả năng thấp (LC-Low Capability), xử lý kết nối ngẫu nhiên được thực hiện trong xử lý để kết nối mạng, và khi thông tin điều khiển không cho phép kết nối mạng và thiết bị đầu cuối là thiết bị người dùng (UE) kiểu khả năng thấp (LC), xử lý kết nối ngẫu nhiên được bỏ qua trong xử lý để kết nối mạng.



*Nếu thông tin điều khiển cho phép truy cập mạng hoặc UE là UE kiểu không phải MTC, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để truy cập mạng có thể được thực hiện.
*Nếu thông tin điều khiển không cho phép truy cập mạng và UE là UE kiểu MTC, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để truy cập mạng được bỏ qua hoặc được trì hoãn trong khoảng thời gian định trước

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền tín hiệu trong hệ thống truyền thông không dây và, cụ thể hơn là sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền tín hiệu và phương pháp và thiết bị báo hiệu, dùng cho truyền thông kiểu máy (Machine Type Communication - MTC).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây đã được triển khai rộng rãi để cung cấp các loại dịch vụ truyền thông khác nhau như thoại hoặc dữ liệu. Nói chung, hệ thống truyền thông không dây là hệ thống đa truy cập mà hỗ trợ việc truyền thông của nhiều người dùng bằng cách chia sẻ các tài nguyên hệ thống khả dụng (băng thông, công suất truyền ...) trong số chúng. Ví dụ, các hệ thống đa truy cập bao gồm hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access - CDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access - FDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access - TDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiple Access - OFDMA), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (Single Carrier Frequency Division Multiple Access - SC-FDMA), và hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (Multi Carrier Frequency Division Multiple Access - MC-FDMA). Trong hệ thống truyền thông không dây, thiết bị người dùng (User Equipment - UE) có thể thu thông tin từ trạm gốc (Base Station - BS) trên đường xuống (Downlink - DL) và truyền thông tin tới BS trên đường lên (Uplink - UL). UE truyền hoặc thu dữ liệu và các loại thông tin điều khiển khác nhau. Các kênh vật lý khác nhau tồn tại theo các loại và các cách sử dụng của thông tin mà UE truyền hoặc thu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết vấn đề thông thường, cụ thể là đề xuất phương pháp và thiết bị truyền/xử lý tín hiệu và phương pháp và thiết bị báo hiệu, dùng cho truyền thông kiểu máy (MTC).

Sẽ được hiểu bởi chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các mục đích mà có thể đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở các mục đích được mô tả cụ thể trên đây và các mục đích nêu trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây.

Giải pháp kỹ thuật

Theo khía cạnh của sáng chế, phương pháp điều khiển truy cập mạng bởi thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm các bước: thu từ trạm gốc (BS) thông tin hệ thống bao gồm thông tin điều khiển để điều khiển việc truy cập mạng của thiết bị truyền thông kiểu máy (MTC), và thực hiện thủ tục để truy cập mạng tới BS dựa trên thông tin điều khiển. Nếu thông tin điều khiển cho phép truy cập mạng hoặc UE là UE kiểu không phải khả năng thấp (Low Capability - LC), thủ tục truy cập ngẫu nhiên được thực hiện trong thủ tục truy cập mạng, và nếu thông tin điều khiển không cho phép truy cập mạng và UE là UE kiểu LC, thủ tục truy cập ngẫu nhiên được bỏ qua trong thủ tục truy cập mạng.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, UE trong hệ thống truyền thông không dây bao gồm bộ phận tần số radio (Radio Frequency - RF), và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để thu từ BS thông tin hệ thống bao gồm thông tin điều khiển để điều khiển việc truy cập mạng của thiết bị MTC, và thực hiện thủ tục để truy cập mạng tới BS dựa trên thông tin điều khiển. Nếu thông tin điều khiển cho phép truy cập mạng hoặc UE là UE kiểu không phải LC, thủ tục truy cập ngẫu nhiên được thực hiện trong thủ tục truy cập mạng, và nếu thông tin điều khiển không cho phép truy cập mạng và UE là UE kiểu LC, thủ tục truy cập ngẫu nhiên được bỏ qua trong thủ tục truy cập mạng.

Thông tin điều khiển có thể chỉ báo xem việc truy cập mạng của thiết bị MTC có được cho phép hay không.

Thông tin điều khiển có thể bao gồm thông tin để làm giảm hoặc bỏ qua

việc truy cập mạng của thiết bị MTC.

Thông tin điều khiển có thể bao gồm thông tin chỉ báo xem BS có hỗ trợ chức năng MTC hay không.

Thông tin hệ thống có thể bao gồm khối thông tin hệ thống (System Information Block - SIB).

Thông tin hệ thống có thể bao gồm khối thông tin chính (Master Information Block - MIB) và thông tin điều khiển có thể được thu trong bit dành riêng của MIB.

Hiệu quả sáng chế

Theo các phương án của sáng chế, các tín hiệu có thể được truyền/xử lý một cách hiệu quả hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể, các phương án của sáng chế có thể đề xuất phương pháp và thiết bị truyền và thu hiệu quả tín hiệu và phương pháp và thiết bị báo hiệu hiệu quả, dùng cho truyền thông kiểu máy (MTC).

Cần được hiểu bởi chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các hiệu quả mà có thể đạt được bởi sáng chế không bị giới hạn ở các hiệu quả được mô tả cụ thể trên đây và các hiệu quả khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, mà được bao gồm để giúp hiểu rõ hơn về sáng chế và được kết hợp và tạo thành một phần của đơn sáng chế này, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả đóng vai trò giải thích nguyên lý của sáng chế. Trên các hình vẽ:

Fig.1 minh họa các kênh vật lý và phương pháp truyền tín hiệu tổng quát sử dụng các kênh vật lý trong hệ thống phát triển dài hạn (cải tiến) (Long Term Evolution(-Advanced) - LTE(-A));

Fig.2 minh họa cấu trúc khung radio trong hệ thống LTE(-A);

Fig.3 minh họa lưới tài nguyên trong khoảng thời gian của khe;

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con (SubFrame - SF) đường xuống (DL)

ví dụ;

Fig.5 minh họa ví dụ về việc cấp phát các kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (Enhanced Physical Downlink Control Channel - E-PDCCH) tới SF;

Fig.6 minh họa cấu trúc SF đường lên (UL);

Fig.7 minh họa ví dụ về việc ánh xạ một cách vật lý các định dạng kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel - PUCCH) tới vùng PUCCH;

Fig.8 minh họa thủ tục yêu cầu lặp lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat reQuest - HARQ) ví dụ;

Fig.9 minh họa cấu trúc cấp độ khe của định dạng PUCCH 1a/1b;

Fig.10 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH để báo nhận/báo nhận phủ định (ACKnowledgment/Negative ACKnowledgment - ACK/NACK);

Fig.11 minh họa thủ tục truy cập ngẫu nhiên;

Fig.12 minh họa băng thông (BandWidth - BW) thu được thu hẹp ví dụ theo sáng chế;

Fig.13 minh họa thủ tục truy cập mạng ví dụ theo sáng chế; và

Fig.14 là sơ đồ khối của trạm gốc (BS) và thiết bị người dùng (UE) theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cấu trúc, hoạt động, và các dấu hiệu khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng với các phương án của sáng chế được mô tả có viện dẫn đến các hình vẽ kèm theo. Các phương án của sáng chế có thể được sử dụng cho các hệ thống truy cập radio khác nhau như hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (SC-FDMA), đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (MC-FDMA), ... CDMA có thể được áp dụng như là

kỹ thuật radio dùng cho truy cập radio mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access - UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được áp dụng như là kỹ thuật radio cho hệ thống thông tin di động toàn cầu/dịch vụ radio gói tổng hợp/tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự cải tiến GSM (Global System for Mobile communications/General packet Radio Service/Enhanced Data Rates for GSM Evolution - GSM/GPRS/EDGE). OFDMA có thể được áp dụng như là kỹ thuật radio cho chuẩn IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers - Viện kỹ thuật điện và điện tử) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, UTRA cải tiến (Evolved UTRA - E-UTRA), ... UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS). Dự án đối tác thế hệ thứ ba phát triển dài hạn (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution - 3GPP LTE) là một phần của UMTS cải tiến (Evolved UMTS - E-UMTS) sử dụng E-UTRA, và LTE cải tiến (LTE-Advanced - LTE-A) là sự tiến hóa của 3GPP LTE.

Trong khi các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dưới đây chủ yếu trong ngữ cảnh của hệ thống 3GPP, các phương án này chỉ là ví dụ và do đó không được hiểu là làm giới hạn sáng chế.

Trong khi sáng chế được mô tả trong ngữ cảnh của hệ thống LTE-A, mô hình hoặc phương pháp được đề xuất của sáng chế và các phương án của mô hình hoặc phương pháp được đề xuất có thể áp dụng cho các hệ thống đa sóng mang khác (ví dụ, hệ thống IEEE 802.16m) mà không có giới hạn.

Fig.1 minh họa các kênh vật lý và phương pháp chung để truyền các tín hiệu trên các kênh vật lý trong hệ thống LTE(-A).

Dựa trên Fig.1, khi thiết bị người dùng (UE) được bật nguồn hoặc đi vào ô mới, UE thực hiện việc tìm kiếm ô khởi tạo trong bước S101. Việc tìm kiếm ô khởi tạo bao gồm thu được việc đồng bộ với Nút B cải tiến (eNB - evolved Node B). Cụ thể, UE đồng bộ thời điểm của nó với eNB và thu được ký hiệu nhận dạng (Identifier - ID) ô và thông tin khác bằng cách thu kênh đồng bộ sơ cấp (Primary Synchronization Channel - P-SCH) và kênh đồng bộ thứ cấp (Secondary Synchronization Channel - S-SCH) từ eNB. Sau đó UE có thể thu

được thông tin (tức là, khối thông tin chính (Master Information Block - MIB)) được phát rộng trong ô bằng cách thu kênh phát rộng vật lý (Physical Broadcast Channel - PBCH) từ eNB. Trong khi tìm kiếm ô khởi tạo, UE có thể giám sát trạng thái kênh đường xuống (DL) bằng cách thu tín hiệu tham chiếu đường xuống (DownLink Reference Signal - DL RS).

Sau khi tìm kiếm ô khởi tạo, UE thu được thông tin hệ thống chi tiết (tức là khối thông tin hệ thống (System Information Block - SIB)) bằng cách thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel - PDCCH) và thu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel - PDSCH) dựa trên thông tin được chứa trong PDCCH trong bước S102.

Sau đó, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên với eNB để hoàn thành việc kết nối tới eNB trong bước S103 đến S106. Trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên, UE có thể truyền thông tin phân mở đầu trên kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access Channel - PRACH) (S103) và có thể thu bản tin phản hồi đối với thông tin phân mở đầu trên PDCCH và PDSCH được kết hợp với PDCCH (S104). Trong trường hợp của truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, UE thực hiện thêm thủ tục giải quyết tranh chấp bao gồm truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel - PUSCH) (S105) và thu PDCCH và PDSCH được kết hợp của nó (S106).

Sau thủ tục nêu trên, UE có thể thu PDCCH/PDSCH (S107) và truyền PUSCH/PUCCH (S108) trong thủ tục truyền tín hiệu UL/DL chung.

Fig.2 minh họa cấu trúc khung radio trong hệ thống LTE(-A). Các tiêu chuẩn 3GPP LTE hỗ trợ cấu trúc khung radio loại 1 có thể áp dụng cho song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplex - FDD) và cấu trúc khung radio loại 2 có thể áp dụng cho song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex - TDD).

Fig.2(a) là sơ đồ minh họa cấu trúc của khung radio loại 1. Khung radio FDD bao gồm chỉ các khung con DL hoặc chỉ các khung con UL. Khung radio

bao gồm 10 khung con, mỗi khung con bao gồm hai khe trong miền thời gian. Một khung con có thể có độ dài 1ms và một khe có thể có độ dài 0,5ms. Một khe bao gồm nhiều ký hiệu (DL) OFDM hoặc nhiều ký hiệu (UL) SC-FDMA trong miền thời gian. Trừ khi được mô tả khác, ký hiệu OFDM hoặc ký hiệu SC-FDMA có thể được gọi đơn giản là ký hiệu (sym) ở đây.

Fig.2(b) minh họa cấu trúc của khung radio loại 2. Khung radio TDD bao gồm hai nửa khung, mỗi nửa khung bao gồm bốn (năm) khung con chung và một (không) khung con đặc biệt. Các khung con chung được sử dụng đối với UL hoặc DL theo cấu hình UL-DL và khung con đặc biệt bao gồm khe thời gian hoa tiêu đường xuống (Downlink Pilot Time Slot - DwPTS), khoảng bảo vệ (Guard Period - GP), và khe thời gian hoa tiêu đường lên (Uplink Pilot Time Slot - UpPTS). Trong khung con đặc biệt, DwPTS được sử dụng cho việc tìm kiếm ô khởi tạo, đồng bộ, hoặc đánh giá kênh tại UE. UpPTS được sử dụng để cho eNB thực hiện việc đánh giá kênh và thu được sự đồng bộ UL với UE. GP được sử dụng để loại bỏ nhiễu UL giữa UL và DL, gây ra bởi trễ đa đường của tín hiệu DL. Khung con bao gồm hai khe.

Bảng 1 liệt kê các cấu hình khung con ví dụ đối với khung radio theo các cấu hình UL-DL.

Bảng 1

Cấu hình đường xuống- đường lên	Chu kỳ điểm chuyển đổi đường xuống - đường lên	Số khung con									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Trong Bảng 1, D biểu diễn khung con DL, U biểu diễn khung con UL, và S biểu diễn khung con đặc biệt.

Fig.3 minh họa lưới tài nguyên trong khoảng thời gian của một khe. Khe bao gồm nhiều ký hiệu (ví dụ, các ký hiệu OFDM hoặc các ký hiệu SC-FDMA), ví dụ, 6 hoặc 7 ký hiệu trong miền thời gian bởi các khối tài nguyên (Resource Block - RB) trong miền tần số. Mỗi RB bao gồm 12 sóng mang con. Mỗi phần tử của lưới tài nguyên được gọi là phần tử tài nguyên (Resource Element - RE). RE là đơn vị tài nguyên nhỏ nhất để truyền tín hiệu và một ký hiệu điều biến được ánh xạ tới RE.

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung con DL. Tối đa 3 (hoặc 4) ký hiệu OFDM tại điểm bắt đầu của khe thứ nhất của khung con DL được sử dụng như vùng điều khiển mà kênh điều khiển được cấp phát tới đó và các ký hiệu OFDM còn lại của khung con DL được sử dụng như vùng dữ liệu mà kênh chia sẻ (ví dụ, PDSCH) được cấp phát tới đó. Các kênh điều khiển DL bao gồm kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (Physical Control Format Indicator Channel - PCFICH), PDCCH, kênh chỉ báo yêu cầu lặp lại tự động lai vật lý (Physical Hybrid automatic repeat request (ARQ) Indicator Channel - PHICH), ...

PCFICH được bố trí trong ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con, mang thông tin về số lượng ký hiệu OFDM được sử dụng cho việc truyền các kênh điều khiển trong khung con. PHICH chiếm giữ 4 nhóm RE (RE Group - REG) được phân phối đồng đều trong vùng điều khiển dựa trên ký hiệu nhận dạng (ID) ô. PCFICH chỉ báo giá trị trong khoảng 1 tới 3 (hoặc 2 tới 4) và được điều biến theo phương pháp khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK). PHICH truyền tín hiệu báo nhận/báo nhận phủ định (ACK/NACK) HARQ để phản hồi lại việc truyền UL. PHICH được cấp phát tới các REG còn lại của một hoặc nhiều ký hiệu OFDM tương ứng với khoảng thời gian của PHICH, ngoại trừ các REG mang các tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (Cell-specific Reference Signal - CRS) và PCFICH (ký hiệu OFDM thứ nhất). PHICH được cấp phát tới 3 REG được phân phối nhiều nhất có thể trong miền tần số.

PDCCH truyền thông tin về việc cấp phát tài nguyên và định dạng

truyền tải đối với kênh chia sẻ đường xuống (Downlink Shared Channel - DL-SCH), thông tin về việc cấp phát tài nguyên và định dạng truyền tải đối với kênh chia sẻ đường lên (Uplink Shared Channel - UL-SCH), thông tin tìm gọi của kênh tìm gọi (Paging Channel - PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về việc cấp phát tài nguyên đối với bản tin điều khiển lớp cao hơn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập hợp của các lệnh điều khiển công suất truyền đối với các UE riêng biệt của nhóm UE, lệnh điều khiển công suất truyền (Transmit Power Control - TPC), thông tin chỉ báo kích hoạt thoại trên giao thức Internet (Voice Over Internet Protocol - VoIP), ... Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH được truyền dưới dạng kết hợp của một hoặc nhiều phân tử kênh điều khiển (Control Channel Element - CCE) liên tiếp. CCE là đơn vị cấp phát logic được sử dụng để cung cấp PDCCH ở một tốc độ mã hóa dựa trên trạng thái của kênh radio. CCE bao gồm các REG. Định dạng của PDCCH và số lượng bit khả dụng đối với PDCCH được xác định theo số lượng CCE.

Bảng 2 liệt kê số lượng CCE, số lượng REG, và số lượng bit PDCCH đối với mỗi định dạng PDCCH.

Bảng 2

Định dạng PDCCH	Số lượng CCE (n)	Số lượng REG	Số lượng bit PDCCH
0	1	9	72
1	2	18	144
2	4	36	288
3	8	72	576

Các CCE có thể được đánh số liên tục và PDCCH có định dạng với n CCE có thể bắt đầu chỉ tại CCE với chỉ số là bội của n. Số lượng CCE được sử dụng cho việc truyền của PDCCH cụ thể được xác định theo điều kiện kênh bởi eNB. Ví dụ, nếu PDCCH là dùng cho UE có kênh DL tốt (ví dụ, UE gần eNB), một CCE có thể là đủ cho PDCCH. Mặt khác, nếu PDCCH dùng cho UE có kênh kém (ví dụ, UE gần biên ô), 8 CCE có thể được sử dụng cho PDCCH để đạt được độ ổn định đầy đủ. Ngoài ra, mức công suất của PDCCH có thể được điều khiển theo điều kiện kênh.

Thông tin điều khiển được truyền trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information - DCI). Các định dạng DCI khác nhau được xác định theo các cách sử dụng của DCI. Cụ thể, các định dạng DCI 0 và 4 (cấp phát đường lên (UL)) được xác định cho việc lập lịch UL và các định dạng DCI 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, và 2C (cấp phát đường xuống (DL)) được xác định cho việc lập lịch DL. Phụ thuộc vào cách sử dụng của nó, định dạng DCI bao gồm một cách chọn lọc thông tin như cờ nhảy, thông tin gán RB, sơ đồ mã hóa điều biến (Modulation Coding Scheme - MCS), phiên bản dư thừa (Redundancy Version - RV), chỉ báo dữ liệu mới (New Data Indicator - NDI), TPC, độ dịch vòng, tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DeModulation Reference Signal - DM-RS), yêu cầu thông tin chất lượng kênh (Channel Quality Information - CQI), số xử lý HARQ, chỉ báo ma trận tiền mã hóa được truyền (Transmitted Precoding Matrix Indicator - TPMI), xác nhận chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator - PMI), ...

eNB xác định định dạng PDCCH theo thông tin điều khiển được truyền tới UE và bổ sung mã kiểm tra độ dư vòng (Cyclic Redundancy Check - CRC) vào thông tin điều khiển, để phát hiện lỗi. CRC được che bởi ID (ví dụ, ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (Radio Network Temporary Identifier - RNTI) theo chủ sở hữu hoặc cách sử dụng của PDCCH. Nói cách khác, PDCCH được xáo trộn CRC với ID (ví dụ, RNTI).

Bảng 3 liệt kê các ID ví dụ mà PDCCH được che bởi ID này.

Bảng 3

Loại	Ký hiệu nhận dạng	Mô tả
UE cụ thể	C-RNTI, TC-RNTI, SPS C-RNTI	Được sử dụng cho việc nhận dạng UE duy nhất
Chung	P-RNTI	Được sử dụng cho bản tin tìm gọi
	SI-RNTI	Được sử dụng cho thông tin hệ thống
	RA-RNTI	Được sử dụng cho phản hồi truy cập ngẫu nhiên

Nếu C-RNTI, C-RNTI tạm thời (Temporary C-RNTI - TC-RNTI), và C-RNTI lập lịch bán tĩnh (Semi-Persistent Scheduling C-RNTI - SPS C-RNTI) được sử dụng, PDCCH truyền thông tin điều khiển UE cụ thể cho UE cụ thể. Nếu các RNTI khác được sử dụng, PDCCH truyền thông tin điều khiển chung cho tất cả UE trong ô.

Tiêu chuẩn LTE(-A) xác định các vị trí CCE của tập được giới hạn (tương đương với tập CCE được giới hạn hoặc tập ứng viên PDCCH được giới hạn) trong đó PDCCH có thể được bố trí, đối với mỗi UE. Các vị trí CCE của tập được giới hạn mà UE giám sát để phát hiện PDCCH được truyền tới UE có thể được gọi là không gian tìm kiếm (Search Space - SS). Bước giám sát bao gồm giải mã mỗi ứng viên PDCCH (giải mã mù (Blind Decoding - BD)). Không gian tìm kiếm UE cụ thể (UE-specific Search Space - USS) và không gian tìm kiếm chung (Common Search Space - CSS) được xác định. USS được tạo cấu hình trên cơ sở UE và CSS được tạo cấu hình cho các UE. USS và CSS có thể xếp chồng lên nhau. Vị trí bắt đầu của USS nhảy giữa các khung con theo UE cụ thể. SS có thể có kích cỡ khác nhau tùy theo định dạng PDCCH.

Bảng 4 liệt kê các kích cỡ CSS và các kích cỡ USS.

Bảng 4

Định dạng PDCCH	Số lượng CCE (n)	Số lượng ứng viên PDCCH trong CSS	Số lượng ứng viên PDCCH trong USS
0	1	-	6
1	2	-	6
2	4	4	2
3	8	2	2

Để đặt tải tính toán dưới sự điều khiển theo tổng lượng giải mã mù (BD), UE không được yêu cầu phải phát hiện tất cả các định dạng DCI được xác định tại cùng thời điểm. Nói chung, UE luôn phát hiện các định dạng 0 và 1A trong USS. Các định dạng 0 và 1A có cùng kích cỡ và được phân biệt với nhau bởi cờ trong bản tin. UE có thể được yêu cầu để thu định dạng bổ sung (ví dụ, định dạng 1, 1B, hoặc 2 theo chế độ truyền (Transmission Mode - TM) PDSCH được tạo cấu hình bởi eNB). UE phát hiện các định dạng 1A và 1C trong CSS.

UE có thể còn được tạo cấu hình để phát hiện định dạng 3 hoặc 3A. Các định dạng 3 và 3A có cùng kích cỡ như các định dạng 0 và 1A và có thể được nhận dạng bằng cách xáo trộn CRC với các ID khác nhau (hoặc ID chung), thay vì các ID cụ thể UE.

Các phương pháp truyền PDSCH theo các TM và nội dung thông tin của các định dạng DCI được đưa ra như sau.

Các TM

- TM 1: truyền từ một cổng anten eNB
- TM 2: phân tập truyền
- TM 3: ghép kênh theo không gian vòng mở
- TM 4: ghép kênh theo không gian vòng đóng
- TM 5: đa đầu vào đa đầu ra đa người dùng (Multi-User Multiple Input Multiple Output - MU-MIMO)
- TM 6: tiền mã hóa hạng 1 vòng đóng
- TM 7: truyền một cổng anten (cổng 5)
- TM 8: truyền hai lớp (cổng 7 và cổng 8) hoặc truyền một cổng anten (cổng 7 hoặc cổng 8)
- các TM 9 và 10: truyền tối đa 8 lớp (cổng 7 đến cổng 14) hoặc truyền một cổng anten (cổng 7 hoặc cổng 8)

Các định dạng DCI

- định dạng 0: cấp phát tài nguyên cho việc truyền PUSCH
- định dạng 1: cấp phát tài nguyên cho việc truyền PDSCH một từ mã (các TM 1, 2 và 7)
- định dạng 1A: báo hiệu ngắn của việc cấp phát tài nguyên đối với PDSCH một từ mã (tất cả chế độ)
- định dạng 1B: việc cấp phát tài nguyên ngắn cho PDSCH (chế độ 6) sử dụng tiền mã hóa vòng đóng hạng 1
- định dạng 1C: việc cấp phát tài nguyên rất ngắn cho PDSCH (ví dụ, thông tin hệ thống phát rộng/tìm gọi)
- định dạng 1D: việc cấp phát tài nguyên ngắn cho PDSCH sử dụng

MU-MIMO (chế độ 5)

- định dạng 2: việc cấp phát tài nguyên cho PDSCH của hoạt động MIMO vòng đóng (chế độ 4)
- định dạng 2A: việc cấp phát tài nguyên cho PDSCH của hoạt động MIMO vòng mở (chế độ 3)
- định dạng 3/3A: lệnh điều khiển công suất có giá trị điều khiển công suất 2 bit/1 bit cho PUCCH và PUSCH
- định dạng 4: cấp phát tài nguyên cho việc truyền PUSCH trong ô được thiết lập là chế độ truyền đa công anten

Các định dạng DCI có thể được phân loại thành định dạng TM dành riêng và định dạng TM chung. Định dạng TM dành riêng là định dạng DCI được tạo cấu hình cho chỉ TM tương ứng, và định dạng TM chung là định dạng DCI được tạo cấu hình cho tất cả TM. Ví dụ, định dạng DCI 2B có thể là định dạng DCI TM dành riêng đối với TM 8, định dạng DCI 2C có thể là định dạng DCI TM dành riêng đối với TM 9, và định dạng DCI 2D có thể là định dạng DCI TM dành riêng đối với TM 10. Định dạng DCI 1A có thể là định dạng DCI TM chung.

Fig.5 minh họa ví dụ về việc cấp phát các PDCCH nâng cao (Enhanced PDCCH - E-PDCCH) tới khung con. Hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết có các giới hạn như việc truyền PDCCH trong các ký hiệu OFDM bị giới hạn. Do đó, LTE-A đã giới thiệu E-PDCCH để việc lập lịch linh hoạt hơn.

Dựa trên Fig.5, PDCCH theo LTE(-A) của kỹ thuật đã biết (được gọi là PDCCH hoặc L-PDCCH (PDCCH kế thừa - legacy PDCCH) theo kỹ thuật đã biết) có thể được cấp phát tới vùng điều khiển (dựa trên Fig.4). Vùng L-PDCCH nghĩa là vùng mà L-PDCCH có thể được cấp phát tới đó. Vùng L-PDCCH có thể liên quan đến vùng điều khiển, vùng tài nguyên kênh điều khiển (tức là, các tài nguyên CCE) mà PDCCH có thể được cấp phát thực tế tới đó, hoặc PDCCH SS phụ thuộc vào ngữ cảnh. PDCCH có thể còn được cấp phát tới vùng dữ liệu (dựa trên Fig.4). PDCCH được cấp phát tới vùng dữ liệu được gọi là E-PDCCH. Như được minh họa trên Fig.5, điều kiện lập lịch gây

ra bởi các tài nguyên kênh điều khiển bị giới hạn của vùng L-PDCCH có thể được giảm bằng cách đảm bảo thêm các tài nguyên kênh điều khiển thông qua E-PDCCH. E-PDCCH và PDSCH được ghép kênh theo phương pháp ghép kênh phân chia theo tần số (Frequency Division Multiplexing - FDM) trong vùng dữ liệu.

Cụ thể, E-PDCCH có thể được phát hiện/giải điều biến dựa trên DM-RS. E-PDCCH được truyền trong cặp khối tài nguyên vật lý (Physical Resource Block - PRB) theo trục thời gian. Nếu việc lập lịch dựa trên E-PDCCH được tạo cấu hình, khung con trong đó E-PDCCH sẽ được truyền/được phát hiện có thể được chỉ báo. E-PDCCH có thể được tạo cấu hình chỉ trong USS. UE có thể cố gắng phát hiện DCI chỉ trong L-PDCCH CSS và E-PDCCH USS trong khung con được cho phép để mang E-PDCCH (sau đây, khung con E-PDCCH) và trong L-PDCCH CSS và L-PDCCH USS trong khung con không được phép mang E-PDCCH (sau đây, khung con không phải E-PDCCH).

Tương tự L-PDCCH, E-PDCCH truyền DCI. Ví dụ, E-PDCCH có thể truyền thông tin lập lịch DL và thông tin lập lịch UL. Hoạt động E-PDCCH/PDSCH và hoạt động E-PDCCH/PUSCH được thực hiện theo cách giống/tương tự như các bước S107 và S108 của Fig.1. Tức là, UE có thể thu E-PDCCH và thu thông tin điều khiển/dữ liệu trên PDSCH tương ứng với E-PDCCH. Ngoài ra, UE có thể thu E-PDCCH và truyền thông tin dữ liệu/điều khiển trên PUSCH tương ứng với E-PDCCH. Trong hệ thống LTE theo kỹ thuật đã biết, vùng ứng viên PDCCH (PDCCH SS) được dự trữ trong vùng điều khiển và PDCCH đối với UE cụ thể được truyền trong một phần của PDCCH SS. Do đó, UE có thể phát hiện PDCCH của nó trong PDCCH SS bằng cách giải mã mù. Tương tự, E-PDCCH cũng có thể được truyền trong tất cả hoặc một phần của các tài nguyên được dự trữ.

Fig.6 minh họa cấu trúc của khung con UL trong hệ thống LTE.

Dựa trên Fig.6, khung con UL bao gồm nhiều khe (ví dụ 2 khe). Mỗi khe có thể bao gồm số lượng ký hiệu SC-FDMA khác nhau theo độ dài tiền tố vòng (Cyclic Prefix - CP). Khung con UL được chia thành vùng điều khiển và

vùng dữ liệu trong miền tần số. PUSCH mang tín hiệu dữ liệu như thoại hoặc loại tương tự được truyền trong vùng dữ liệu, và PUCCH mang thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information - UCI) được truyền trong vùng điều khiển. PUCCH bao gồm cặp RB nằm tại cả hai đầu của vùng dữ liệu theo trục tần số và nhảy trên biên khe.

PUCCH có thể mang thông tin điều khiển sau đây.

- Yêu cầu lập lịch (Scheduling Request - SR): thông tin được sử dụng để yêu cầu các tài nguyên UL-SCH. SR được truyền trong khóa bật tắt (On-Off Keying - OOK).

- Phản hồi HARQ: tín hiệu phản hồi đối với khối dữ liệu DL (ví dụ, khối truyền tải (Transport Block - TB)) hoặc từ mã (CodeWord - CW) trên PDSCH. Phản hồi HARQ chỉ báo rằng khối dữ liệu DL có được thu thành công hay không. 1-bit ACK/NACK được truyền như sự phản hồi đối với một từ mã DL và 2-bit ACK/NACK được truyền như sự phản hồi đối với hai từ mã DL. HARQ ACK/NACK và HARQ-ACK có thể được sử dụng một cách hoán đổi theo cùng nghĩa của phản hồi HARQ.

- Chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator - CSI): thông tin phản hồi đối với kênh DL. Thông tin phản hồi liên quan đến MIMO bao gồm RI và PMI. CQI chiếm giữ 20 bit trên khung con.

Lượng UCI mà UE có thể truyền trong khung con phụ thuộc vào số lượng ký hiệu SC-FDMA khả dụng cho việc truyền UCI. Các ký hiệu SC-FDMA khả dụng cho việc truyền UCI là các ký hiệu SC-FDMA còn lại ngoại trừ các ký hiệu SC-FDMA được tạo cấu hình để truyền các RS trong khung con. Ký hiệu SC-FDMA cuối cùng của khung con được tạo cấu hình để mang SRS còn được loại trừ từ các ký hiệu SC-FDMA khả dụng cho việc truyền UCI. RS được sử dụng cho việc phát hiện kết hợp của PUCCH. PUCCH hỗ trợ 7 định dạng theo thông tin được mang trên PUCCH.

Bảng 5 minh họa quan hệ ánh xạ giữa các định dạng PUCCH và UCI trong hệ thống LTE.

Bảng 5

Định dạng PUCCH	Thông tin điều khiển đường lên (UCI)
Định dạng 1	SR (yêu cầu lập lịch) (dạng sóng không được điều biến)
Định dạng 1a	1-bit HARQ ACK/NACK (có/không có SR)
Định dạng 1b	2-bit HARQ ACK/NACK (có/không có SR)
Định dạng 2	CQI (20 bit mã hóa)
Định dạng 2	CQI và 1- hoặc 2-bit HARQ ACK/NACK (20 bit) (chỉ trong trường hợp CP mở rộng)
Định dạng 2a	CQI và 1-bit HARQ ACK/NACK (20+1 bit mã hóa)
Định dạng 2b	CQI và 2-bit HARQ ACK/NACK (20+2 bit mã hóa)

Fig.7 minh họa ví dụ về việc ánh xạ các định dạng PUCCH tới vùng PUCCH.

Dựa trên Fig.7, định dạng PUCCH được ánh xạ tới các RB theo thứ tự của định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) (ví dụ vùng PUCCH $m=0, 1$), định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) hoặc định dạng PUCCH 1/1a/1b (SR/HARQ ACK/NACK) (ví dụ vùng PUCCH $m=2$ nếu có), và định dạng PUCCH 1/1a/1b (SR/HARQ ACK/NACK) (ví dụ vùng PUCCH $m=3, 4, 5$), hướng vào trong từ biên băng tần, và được truyền. Số lượng các PUCCH RB, $N_{RB}^{(2)}$ khả dụng cho định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) được chỉ báo tới UE trong ô bằng cách báo hiệu phát rộng.

Fig.8 minh họa hoạt động HARQ ví dụ. Để thuận tiện hơn, trường hợp trong đó ACK/NACK đường lên (UL) được truyền để phản hồi lại dữ liệu DL (ví dụ, PDSCH) trong TDD được đưa ra làm ví dụ.

Dựa trên Fig.8, UE có thể thu một hoặc nhiều tín hiệu PDSCH trong M khung con (SubFrame - SF) đường xuống (DL) ($S502_0$ tới $S502_M-1$). Trong FDD, $M=1$. Mỗi tín hiệu PDSCH được truyền trong một hoặc nhiều (ví dụ, 2) TB theo TM. Trong khi không được thể hiện, tín hiệu PDCCH chỉ báo việc giải phóng lập lịch bán tĩnh (Semi-Persistent Scheduling - SPS) cũng có thể được thu trong các bước $S502_0$ tới $S502_M-1$. Khi có tín hiệu PDSCH và/hoặc tín hiệu PDCCH giải phóng SPS trong M SF đường xuống (DL), UE truyền ACK/NACK trong một UL SF tương ứng với M DL SF sau hoạt động truyền ACK/NACK (ví dụ, tạo ra ACK/NACK (tải), cấp phát tài nguyên

ACK/NACK, ...) (S504). ACK/NACK bao gồm thông tin phản hồi đối với các tín hiệu PDSCH và/hoặc tín hiệu PDCCH giải phóng SPS thu được trong các bước S502_0 tới S502_M-1. Mặc dù ACK/NACK được truyền về cơ bản trên PUCCH, nếu PUSCH cần được truyền tại thời điểm truyền ACK/NACK, ACK/NACK được truyền trên PUSCH. Các định dạng PUCCH khác nhau được liệt kê trong Bảng (Bảng 5) có thể được sử dụng cho việc truyền ACK/NACK. Để làm giảm số lượng bit ACK/NACK được truyền trong định dạng PUCCH, phương pháp như bó ACK/NACK, lựa chọn kênh ACK/NACK ... có thể được sử dụng.

Như được mô tả nêu trên, ACK/NACK được truyền trong một UL SF để phản hồi lại dữ liệu được thu trong M khung con (SF) đường xuống trong TDD (tức là, M SF đường xuống: 1 SF đường lên). Quan hệ đường lên-đường xuống được đưa ra bởi chỉ số tập kết hợp đường xuống (DASI).

Bảng 6 liệt kê các DASI ($K: \{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$) được xác định trong hệ thống LTE(-A). Bảng 6 minh họa các khoảng cách giữa SF đường lên (UL) mang ACK/NACK và SF đường xuống được liên kết tới SF đường lên. Cụ thể, nếu PDSCH và/hoặc PDCCH chỉ báo việc giải phóng SPS được truyền trong SF (n-k) ($k \in K$), UE truyền ACK/NACK trong SF n. Trong FDD, $k=4$.

Bảng 6

Cấu hình TDD UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Fig.9 minh họa cấu trúc cấp độ khe của định dạng PUCCH 1a/1b. Định dạng PUCCH 1a/1b được sử dụng cho việc truyền ACK/NACK. Trong trường hợp của CP thường, SC FDMA #2/#3/#4 được sử dụng cho việc truyền DM-

RS, trong khi trong trường hợp của CP mở rộng, SC-FDMA #2/#3 được sử dụng cho việc truyền DM-RS. Do đó, 4 ký hiệu SC-FDMA được sử dụng cho việc truyền ACK/NACK trong khe. Để thuận tiện hơn, định dạng PUCCH 1a/1b được gọi là định dạng PUCCH 1.

Dựa trên Fig.9, 1-bit thông tin ACK/NACK $[b(0)]$ và 2-bit thông tin ACK/NACK $[b(0)b(1)]$ được điều biến một cách tương ứng theo phương pháp khóa dịch pha nhị phân (Binary Phase Shift Keying - BPSK) và QPSK thành một ký hiệu điều biến ACK/NACK d_0 . Mỗi bit $[b(i), i=0,1]$ của thông tin ACK/NACK chỉ báo phản hồi HARQ đối với DL TB tương ứng. Nếu bit này là 1, nó chỉ báo ACK khẳng định và nếu bit này là 0, nó chỉ báo ACK phủ định (NACK). Định dạng PUCCH 1a/1b được dịch vòng ($\alpha_{cs,x}$) trong miền tần số và được trải với mã trải trực giao (ví dụ, mã Walsh–Hadamard hoặc mã DFT) w_0, w_1, w_2 , và w_3 trong miền thời gian. Do việc ghép kênh theo mã được sử dụng cho định dạng PUCCH 1a/1b trong cả các miền thời gian và tần số, nhiều UE hơn có thể được ghép kênh trong cùng PUCCH RB.

Fig.10 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK. Trong hệ thống LTE, các tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK không được cấp phát trước tới mỗi UE. Ngoài ra, các tài nguyên PUCCH được phân chia đối với các UE tại mỗi thời điểm. Cụ thể, các tài nguyên PUCCH trong đó UE truyền ACK/NACK được liên kết tới PDCCH mang thông tin lập lịch đối với dữ liệu DL. Toàn bộ vùng mang các PDCCH trong mỗi DL SF bao gồm các CCE và PDCCH được truyền tới UE bao gồm một hoặc nhiều CCE. UE truyền ACK/NACK trong các tài nguyên PUCCH được liên kết tới CCE cụ thể (ví dụ, CCE thứ nhất) trong số các CCE của PDCCH thu được. Ví dụ, nếu PDCCH bao gồm các CCE #4, #5, và #6 truyền thông tin về PDSCH như được minh họa trên Fig.10, UE truyền ACK/NACK trên PUCCH #4 tương ứng với CCE thứ nhất của PDCCH, CCE #4. Fig.10 minh họa trường hợp trong đó tối đa M PUCCH tồn tại trong sóng mang thành phần (Component Carrier - CC) UL, khi tối đa N CCE tồn tại trong DL CC. Mặc dù N có thể bằng M, M và N có thể được thiết lập là khác nhau và các CCE có thể được

ánh xạ tới các PUCCH theo cách được xếp chồng.

Cụ thể, các chỉ số tài nguyên PUCCH được xác định trong hệ thống LTE, bởi phương trình sau đây.

Phương trình 1

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$$

Trong phương trình 1, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu diễn chỉ số tài nguyên của định dạng PUCCH 1a/1b cho việc truyền ACK/NACK/DTX, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ là giá trị được chỉ báo bởi báo hiệu lớp cao hơn, và n_{CCE} biểu diễn chỉ số nhỏ nhất trong số các chỉ số CCE được sử dụng cho việc truyền PDCCH. Dịch vòng, mã trải trực giao, và PRB đối với định dạng PUCCH 1a/1b thu được từ $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$.

Fig.11 minh họa thủ tục truy cập ngẫu nhiên. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được sử dụng để truyền dữ liệu ngán UL. Ví dụ, sau khi diễn ra truy cập ban đầu trong chế độ điều khiển tài nguyên radio (Radio Resource Control - RRC) rồi (RRC)_IDLE), truy cập ban đầu sau thất bại liên kết radio (Radio Link Failure - RLF), hoặc chuyển giao yêu cầu truy cập ngẫu nhiên, hoặc sau khi tạo ra dữ liệu UL/DL yêu cầu truy cập ngẫu nhiên trong chế độ RRC_CONNECTED, thủ tục truy cập ngẫu nhiên được thực hiện. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được thực hiện theo cách dựa trên tranh chấp hoặc theo cách không dựa trên tranh chấp.

Dựa trên Fig.11, UE thu thông tin truy cập ngẫu nhiên từ eNB bởi thông tin hệ thống và lưu trữ thông tin truy cập ngẫu nhiên thu được. Sau đó, khi truy cập ngẫu nhiên là cần thiết, UE truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên (bản tin 1 hoặc Msg1) tới eNB trên PRACH (S810). Sau khi thu phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên từ UE, eNB truyền bản tin phản hồi truy cập ngẫu nhiên (bản tin 2 hoặc Msg2) tới UE (S820). Cụ thể, thông tin lập lịch DL đối với bản tin phản hồi truy cập ngẫu nhiên được che CRC bởi RNTI truy cập ngẫu nhiên (Random Access-RNTI - RA-RNTI) và được truyền trên PDCCH. Sau khi thu tín hiệu lập lịch DL được che bởi RA-RNTI, UE có thể thu bản tin phản hồi truy cập ngẫu nhiên trên PDSCH. Sau đó, UE xác định xem phản hồi truy cập

ngẫu nhiên (Random Access Response - RAR) được truyền tới UE có được chứa trong bản tin phản hồi truy cập ngẫu nhiên hay không. RAR bao gồm tiến thời gian (Timing Advance - TA), thông tin cấp phát tài nguyên UL (cấp phát đường lên), ID của UE tạm thời ... UE truyền bản tin UL-SCH (bản tin 3 hoặc Msg3) tới eNB theo cấp phát đường lên (UL) (S830). Sau khi thu bản tin UL-SCH, eNB truyền bản tin giải quyết tranh chấp (bản tin 4 hoặc Msg4) tới UE (S840).

Phương án: xử lý/truyền tín hiệu cho MTC (truyền thông kiểu máy)

Việc tạo cấu hình các UE chỉ phí thấp/khả năng thấp tập trung vào việc truyền thông dữ liệu như đo lường, đo lường mức nước, sử dụng camera giám sát, báo cáo về kho hàng của máy bán hàng tự động, ... được xem xét trong hệ thống LTE-A tương lai. Các UE này được gọi là UE kiểu khả năng thấp (LC) (LC-type UE hoặc LC UE). Do UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có lượng dữ liệu truyền nhỏ và truyền/thu dữ liệu UL/DL một cách gián đoạn, sẽ là hiệu quả khi làm giảm chi phí và tiêu thụ pin của UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) theo tốc độ dữ liệu thấp của nó. Ngoài ra, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) khác biệt ở tính di động thấp và gần như không có thay đổi về môi trường kênh. Xem xét rằng UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) sẽ được triển khai trong bị trí có vùng phủ sóng bị giới hạn như tòa nhà, nhà máy, tầng hầm, ..., nhiều kỹ thuật để nâng cao vùng phủ sóng trên cơ sở kênh/tín hiệu đã được đề xuất. Ví dụ, phương pháp truyền lặp lại kênh/tín hiệu để mở rộng vùng phủ sóng MTC đã được thảo luận.

Để áp dụng các đặc tính chỉ phí thấp/khả năng thấp của UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC), việc làm giảm số lượng anten thu, kích cỡ TB tối đa, kích cỡ bộ đệm thu, ... được xem xét. Kích cỡ bộ đệm thu có thể được giảm bằng cách làm giảm dải/vùng tần số thu (ví dụ thành số lượng nhỏ của các RB cụ thể). Dải/vùng tần số thu là vùng/dải tần số mà UE thu, được gọi là băng thông (BW) thu để thuận tiện hơn. Bộ đệm thu được sử dụng để thu và đệm tín hiệu trong BW thu và tín hiệu được thu có thể được đệm trong khi hoặc cho đến trước khi phát hiện/thu/giải mã kênh điều khiển liên quan (ví

dụ, PDCCH).

Về vấn đề này, các tài nguyên (ví dụ, các RE/REG/CCE) của kênh điều khiển (ví dụ, PDCCH, PCFICH, hoặc PHICH) được phân phối qua BW hệ thống tổng thông qua sự đan xen. Kết quả là, có thể khó làm giảm BW thu đối với kênh điều khiển. Mặt khác, các tài nguyên của kênh dữ liệu (ví dụ, PDSCH) có thể bị giới hạn ở các tài nguyên tần số cụ thể (ví dụ, tập RB) bởi việc lập lịch của eNB. Do đó, kích cỡ bộ đệm thu có thể được giảm bằng cách làm giảm BW thu của kênh dữ liệu. Để thuận tiện hơn, tổng BW hệ thống được sử dụng cho việc thu kênh điều khiển được xác định là B_c (ví dụ, N khối tài nguyên (RB)) và BW thu được giảm (tức là, BW thu dữ liệu (ví dụ, PDSCH)) được sử dụng cho việc thu kênh dữ liệu trong B_c được xác định là B_d (ví dụ, K khối tài nguyên (RB)).

Theo bản chất của các ứng dụng MTC, số lượng UE kiểu LC sẽ tăng lên đáng kể. Do đó, có thể là quan trọng để hỗ trợ/điều khiển hiệu quả/ổn định các UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) và các UE chung (ví dụ, các UE kiểu MTC không phải khả năng thấp hoặc các UE không phải kiểu MTC) có xét đến hiệu quả phổ từ khía cạnh của eNB/ô. Đối với mục đích này, việc tạo cấu hình/cấp phát B_d khác nhau (ví dụ, tập RB) đối với mỗi UE kiểu LC có thể được xem xét. Để cho phép tất cả các UE kiểu LC hoặc tất cả UE (bao gồm các UE chung) phát hiện/thu một cách đồng thời thông tin chung hệ thống cụ thể (ví dụ, SIB), thông tin chung hệ thống cụ thể có thể được truyền chỉ trong BW cụ thể (ví dụ, số lượng nhỏ của các RB cụ thể tại trung tâm của BW hệ thống). Do đó, các tài nguyên truyền của thông tin chung hệ thống cụ thể và các tài nguyên truyền của kênh dữ liệu có thể được tạo cấu hình để được xếp chồng một phần hoặc toàn bộ hoặc không được xếp chồng từ khía cạnh của các UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC). Để thuận tiện hơn, BW thu được giảm (tức là, BW thu thông tin chung hệ thống (ví dụ, SIB)) được sử dụng cho việc thu thông tin chung hệ thống cụ thể được xác định là B_s (ví dụ, M khối tài nguyên (RB)). Ở đây, B_s và M có thể bằng B_d và K , một cách tương ứng và các vị trí của B_s và B_d trong B_c có thể đồng nhất về mặt vật lý hoặc khác nhau.

Ví dụ, Bs và/hoặc Bd có thể là 1,4 MHz và M và/hoặc K có thể là 6. Dưới đây, BW thu được giảm có thể bao gồm cả Bd và Bs và có thể được hiểu là Bd hoặc Bs phụ thuộc vào ngữ cảnh.

Fig.12 minh họa BW hệ thống (ví dụ, Bc) và các BW thu được giảm (ví dụ, Bd và Bs). Trong ví dụ của Fig.12, $N=100$, $M=K=6$, Bs bao gồm 6 RB nằm tại trung tâm ô (tức là, trong tần số trung tâm, f_c), và Bd được tạo cấu hình để không xếp chồng với Bs. Trong trường hợp này, UE kiểu LC có thể thu và đệm dữ liệu (ví dụ, PDSCH) chỉ trong khung con chung, trong khi đó UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) chuyển đổi BW thu của nó thành Bs và thu và đệm dữ liệu trong khung con được lập lịch để mang thông tin chung hệ thống cụ thể (ví dụ, SIB). Khung con mà có thể được lập lịch đối với SIB hoặc có thể mang SIB (được gọi là “khung con mang SIB”, để thuận tiện hơn) có thể được tạo cấu hình một cách riêng biệt. Chỉ PDSCH thường có thể được truyền tới UE cụ thể trong SF mang SIB mà không mang SIB. UE theo kỹ thuật đã biết thu và đệm tín hiệu trong vùng kênh dữ liệu trong tổng vùng tần số trong khi hoặc cho đến trước khi phát hiện/thu/giải mã của kênh điều khiển (ví dụ, PDCCH) mà lập lịch kênh dữ liệu (ví dụ, SIB, PDSCH ...) trong mỗi khung con thu không liên tục (non-Discontinuous Reception - DRX).

Phương pháp thu/đệm thông tin chung hệ thống và kênh dữ liệu, có xét đến UE kiểu LC và hoạt động UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) sẽ được mô tả dưới đây. Theo sáng chế, LC-MCT UE có thể được thay thế hoặc được gọi chung là LC UE hoặc UE kiểu LC.

Để thuận tiện hơn, giả thiết rằng SF mang SIB (thông tin), Bs (tức là, BW thu thông tin chung hệ thống (ví dụ, SIB)), và Bd (tức là, BW thu dữ liệu (ví dụ, PDSCH)) được tạo cấu hình trước/được cấp phát trước. Ví dụ, SF mang SIB, Bs, và/hoặc Bd có thể được cấp phát bằng cách báo hiệu RRC. SF ngoài SF mang SIB được gọi là SF thường. Các SF thường có thể thu hẹp lại thành các SF trong đó PDSCH thường có thể được lập lịch/được truyền. PDSCH thường liên quan đến PDSCH mà không bao gồm SIB và có thể được thu hẹp lại thành PDSCH cụ thể UE (ví dụ, PDSCH được lập lịch bởi PDCCH mang

C-RNTI, TC-RNTI, hoặc SPS C-RNTI). Chu kỳ kênh dữ liệu (trong miền thời gian) (ví dụ, vùng dữ liệu trong Fig.4) được xác định bởi việc phát hiện PCFICH hoặc được chỉ báo bằng cách báo hiệu RRC được gọi là chu kỳ PDSCH. PDCCH bao gồm cả L-PDCCH và E-PDCCH và có thể nghĩa là L-PDCCH và/hoặc E-PDCCH phụ thuộc vào ngữ cảnh. Trong lập lịch SF chéo, PDCCH (DCI cấp phát đường xuống (DL)) và PDSCH tương ứng với PDCCH được truyền trong SF khác nhau. Trong lập lịch SF không phải kiểu chéo, PDCCH (DCI cấp phát đường xuống (DL)) và PDSCH tương ứng với PDCCH được truyền trong cùng SF.

Phương pháp 1: thu PDSCH thường trong vùng RB dành riêng cho SIB (chỉ trong SF mang SIB)

Theo phương pháp này, UE kiểu LC có thể thu và demodulate tín hiệu trong vùng B_d trong chu kỳ PDSCH trong SF thường và có thể thu và demodulate tín hiệu trong vùng B_s trong chu kỳ PDSCH trong SF mang SIB. Đối với mục đích này, eNB có thể lập lịch/truyền PDSCH thường đối với/tới UE kiểu LC chỉ trong vùng B_d của SF thường và có thể lập lịch/truyền SIB hoặc PDSCH thường đối với/tới UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) chỉ trong vùng B_s của SF mang SIB. Do đó, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng PDSCH thường được lập lịch/được truyền chỉ trong vùng B_d trong SF thường và chỉ trong vùng B_s trong SF mang SIB. Ngoài ra, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng SIB được lập lịch/được truyền chỉ trong vùng B_s của SF mang SIB.

Phương pháp 2: thu SIB trong vùng RB được gán cho PDSCH thường (ngay cả trong SF mang SIB)

Theo phương pháp này, UE kiểu LC có thể thu và demodulate tín hiệu chỉ trong vùng B_d trong chu kỳ PDSCH trong SF thường và SF mang SIB. Đối với mục đích này, eNB có thể lập lịch/truyền cả PDSCH thường và SIB chỉ trong vùng B_d đối với/tới UE kiểu LC và UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng cả PDSCH thường và SIB được lập

lịch/được truyền chỉ trong vùng Bd. Do đó, SIB có thể được lập lịch/được truyền trên cơ sở vùng Bd và/hoặc trên cơ sở nhóm UE (trên cơ sở của nhóm UE mà vùng Bd giống nhau được gán tới). Trong trường hợp này, SI-RNTI tương ứng với mỗi SIB có thể được xác định một cách khác nhau theo vị trí Bd trong miền tần số. Ví dụ, SI-RNTI có thể được xác định bởi chức năng của vị trí Bd (ví dụ, tần số trung tâm của Bd, chỉ số PRB bắt đầu của Bd ...).

Phương pháp 3: các thời điểm SF thu khác nhau của PDSCH thường và PDCCH tương ứng với PDSCH thường

Theo phương pháp này, UE kiểu LC có thể thu/phát hiện SIB và PDCCH mà lập lịch SIB (hoặc PDSCH được truyền trong SF mang SIB và PDCCH mà lập lịch PDSCH) trong cùng SF. Tuy nhiên, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể thu/phát hiện PDSCH thường và PDCCH lập lịch PDSCH thường (trong tổng số SF hoặc một vài SF cụ thể) (hoặc PDSCH được truyền trong SF thường và PDCCH lập lịch PDSCH) trong các SF khác nhau. Đối với mục đích này, eNB có thể truyền PDSCH thường đối với UE kiểu LC và PDCCH lập lịch PDSCH thường trong các SF khác nhau. Ví dụ, PDSCH thường có thể được truyền trong SF đường xuống (DL) gần nhất sau khi PDCCH tương ứng với PDSCH thường được truyền. Ví dụ, PDCCH có thể được truyền trong DL SF #1 và PDSCH thường tương ứng với PDCCH có thể được truyền trong DL SF #2. Do đó, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể thực hiện hoạt động thu và đệm trên vùng Bd trong chu kỳ PDSCH trong SF thường và có thể thực hiện hoạt động thu và đệm trên vùng Bs hoặc Bd trong chu kỳ PDSCH trong SF mang SIB theo lập lịch eNB. Trong trường hợp này, vùng Bd hoặc các tài nguyên RB mang PDSCH thường trong SF thường và/hoặc SF mang SIB có thể được chỉ báo trực tiếp bởi PDCCH lập lịch PDSCH thường.

Cụ thể, sau khi thu/phát hiện PDCCH lập lịch PDSCH thường cần được truyền trong SF mang SIB (ví dụ, SF #b) (sau đây, được gọi là PDCCH thường) trong SF (ví dụ, SF #a) trước SF mang SIB, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng không có SIB

được lập lịch/được truyền trong SF mang SIB (SF #b). Ví dụ, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể thu và đếm tín hiệu trong vùng Bs trong chu kỳ PDSCH trong SF mang SIB (ví dụ, SF #b), mà không giám sát xem SIB có được lập lịch hay không. Mặt khác, nếu UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) không phát hiện/thu PDCCH thường đối với SF mang SIB (ví dụ, SF #b), UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể giám sát xem SIB có được lập lịch trong SF mang SIB (SF #b) hay không. Ví dụ, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể thu và đếm tín hiệu trong vùng Bs trong chu kỳ PDSCH trong SF mang SIB và/hoặc hoạt động giả thiết/xác định rằng PDSCH thường được lập lịch một cách ngoại lệ bởi PDCCH được truyền trong cùng SF mang SIB và được lập lịch/được truyền chỉ trong vùng Bs. Ví dụ, nếu PDSCH thường được lập lịch trong vùng ngoài vùng Bs trong SF mang SIB, UE có thể thu PDSCH thường chỉ trong một phần được xếp chồng với vùng Bs, hoặc có thể bỏ qua việc thu PDSCH thường. Theo phương pháp khác, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng PDCCH lập lịch PDSCH thường cần được truyền trong SF mang SIB (ví dụ, SF #b) không được truyền/phát hiện trong SF (ví dụ, SF #a) trước SF mang SIB. Ví dụ, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể không giám sát PDCCH thường mà lập lịch PDSCH thường mà cần được truyền trong SF mang SIB (SF #b) trong SF (SF #a) trước SF mang SIB. Tức là, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) không thể thực hiện việc giám sát PDCCH trong SF #a.

Các PDCCH mà lập lịch tương ứng PDSCH thường cần được truyền trong SF đường xuống (ví dụ, SF #n) trước SF mang SIB (hoặc SF thường cụ thể) (ví dụ, SF #a) và PDSCH thường cần được truyền trong SF mang SIB (hoặc SF thường cụ thể) (SF #a) có thể được truyền/được phát hiện tại cùng thời điểm (mà được hỗ trợ/cho phép) hoặc chỉ một trong các PDCCH có thể được truyền/phát hiện một cách chọn lọc (mà được giả thiết cho sự hoạt động). Trong trường hợp này, các PDCCH có thể chỉ báo ẩn hoặc hiện các SF (ví dụ, SF #n và SF #a) mang các PDSCH được lập lịch bởi các PDCCH. Ngoài ra, (i)

PDCCH mà lập lịch SIB và (ii) PDCCH mà lập lịch PDSCH thường cần được truyền trong SF sau SF mang SIB có thể được truyền/được phát hiện tại cùng thời điểm (mà được hỗ trợ/được cho phép) hoặc chỉ một trong các PDCCH có thể được truyền/được phát hiện một cách chọn lọc (mà được giả thiết cho việc hoạt động). Ví dụ, nếu chỉ một trong hai PDCCH được truyền/được phát hiện một cách chọn lọc, UE có thể giám sát chỉ một trong số PDCCH có SI-RNTI và PDCCH có C-RNTI. Phương pháp lập lịch PDSCH được đề xuất nêu trên có thể được áp dụng chung cho tất cả các SF thường và/hoặc các SF mang SIB hoặc chỉ tới SF cụ thể (ví dụ, SF đường xuống (DL) ngắn trước SF mang SIB hoặc một hoặc nhiều SF cụ thể bao gồm SF đường xuống (DL) này). Ngoài ra, có thể được tổng quát hóa rằng phương pháp lập lịch PDSCH thường này có thể áp dụng được cho PDSCH bất kỳ bao gồm SIB.

Các phương pháp được đề xuất nêu trên có thể bị giới hạn ở UE kiểu LC mà các vùng Bs và Bd khác nhau được tạo cấu hình/cấp phát tới đó. Nói cách khác, các phương pháp này có thể không được áp dụng cho UE kiểu LC mà các vùng Bs và Bd đồng nhất được tạo cấu hình/cấp phát tới đó. Trong các phương pháp được đề xuất nêu trên, eNB có thể bỏ qua/ngừng việc lập lịch/truyền của PDSCH thường đối với UE kiểu LC trong SF mang SIB. Do đó, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng PDSCH thường không được lập lịch/được truyền trong SF mang SIB. Ví dụ, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể không phát hiện/thu PDSCH thường được truyền trong SF mang SIB và PDCCH lập lịch PDSCH thường.

Phương pháp và hoạt động được đề xuất nêu trên không bị giới hạn ở quan hệ giữa PDSCH thường và SIB. Ngoài ra, chúng có thể được áp dụng theo cách giống và tương tự với quan hệ giữa PDSCH thường và kênh khác mà phục vụ mục đích đặc biệt (ví dụ, bản tin tìm gọi được lập lịch dựa trên P-RNTI trong SF có thể tìm gọi trong đó chỉ bản tin tìm gọi có thể được thể hiện /lập lịch và/hoặc phản hồi truy cập ngẫu nhiên (Random Access Response - RAR) được lập lịch dựa trên RA-RNTI trong SF có thể RAR trong đó RAR có

thể được thể hiện/được lập lịch). Ngoài ra, SF mang SIB có thể được tổng quát hóa là SF cụ thể (được thiết lập) được định trước hoặc được thiết lập bởi eNB và phương pháp và hoạt động được đề xuất của sáng chế có thể áp dụng được theo cách giống hoặc tương tự dựa trên việc tổng quát hóa.

Để cho phép UE kiểu LC làm giảm/bỏ qua hoạt động để cố gắng truy cập ban đầu vô nghĩa tới ô (hoặc eNB) mà không hỗ trợ hoạt động liên quan đến các đặc tính chi phí thấp (ví dụ, việc làm giảm số lượng anten thu (ví dụ, 1 anten Rx), việc làm giảm kích cỡ TB tốt đa (ví dụ, tốt đa 1000 bit), việc làm giảm kích cỡ bộ đệm dữ liệu thu (ví dụ, 6 RB), ...), ví dụ, ô (hoặc eNB) có thể báo hiệu thông tin chỉ báo rằng nó có hỗ trợ hay không hoạt động liên quan đến các đặc tính chi phí thấp tới UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) bởi tín hiệu phát rộng cụ thể (ví dụ, sử dụng các bit dành riêng của PBCH (ví dụ, MIB) hoặc SIB cụ thể (ví dụ, SIB1 hoặc SIB2)). Tức là, ô (hoặc eNB) có thể báo hiệu thông tin để điều khiển truy cập ban đầu của UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) hoặc thông tin để làm giảm/bỏ qua truy cập ban đầu của UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) (tức là, thông tin chỉ báo rằng truy cập ban đầu được cho phép hay không) (ví dụ, thông tin chỉ báo rằng hoạt động liên quan đến các đặc tính chi phí thấp có được hỗ trợ hay không) bởi tín hiệu phát rộng cụ thể (ví dụ, PBCH (ví dụ, các bit dành riêng của MIB) hoặc SIB cụ thể (ví dụ, SIB1 hoặc SIB2, cụ thể là SIB1)). Nhằm mục đích tham khảo, thông thường, chỉ việc chặn truy cập (ban đầu) mạng theo loại cuộc gọi/lưu lượng hoặc lớp dịch vụ được xác định và được chỉ báo bởi SIB2. Ngược lại, truy cập (ban đầu) mạng có thể được chặn trên cơ sở loại UE hoặc đối với loại UE cụ thể (ví dụ, UE kiểu LC) và thông tin tương ứng có thể được truyền bởi SIB1, nhờ đó chỉ báo việc chặn truy cập (ban đầu) mạng nhanh hơn so với thông tin điều khiển truy cập mạng thông thường trong sáng chế. Do đó, công suất/độ trễ của loại UE cụ thể (ví dụ, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC)) trong truy cập (ban đầu) mạng có thể được tối thiểu hóa. Từ khía cạnh của UE, SIB_x được thu theo thứ tự tăng dần của x giá trị.

Fig.13 minh họa thủ tục truy cập mạng ví dụ theo sáng chế. Dựa trên

Fig.13, UE có thể thu từ thông tin hệ thống eNB (hoặc ô) bao gồm thông tin điều khiển để điều khiển truy cập (ban đầu) mạng của thiết bị MTC (S1302). Sau đó, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập (ban đầu) mạng tới eNB (hoặc ô) (S1304). Nếu thông tin điều khiển cho phép truy cập mạng hoặc UE là UE kiểu không phải LC, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trong thủ tục truy cập (ban đầu) mạng (ví dụ, xem Fig.11). Mặt khác, nếu thông tin điều khiển không cho phép việc truy cập (ban đầu) mạng và UE là UE kiểu LC, UE có thể bỏ qua hoặc trì hoãn thủ tục truy cập ngẫu nhiên trong thời gian định trước trong thủ tục truy cập (ban đầu) mạng. Cụ thể, nếu thông tin điều khiển không cho phép việc truy cập (ban đầu) mạng và UE là UE kiểu LC, UE có thể không gia nhập vào eNB (hoặc ô), xem xét rằng eNB (hoặc ô) là eNB (hoặc ô) bị chặn. Việc gia nhập nghĩa là UE được cho phép để sử dụng kênh điều khiển bằng cách tinh chỉnh về tần số trung tâm của eNB (hoặc ô). Do đó, UE có thể thu thông tin điều khiển như bản tin tìm gọi, thông tin hệ thống, ... từ ô được gia nhập. Ngoài ra, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên hoặc yêu cầu kết nối RRC tới eNB. Nếu UE không thực hiện việc lựa chọn lại ô trên eNB (hoặc ô) bị chặn, UE lựa chọn lại eNB (hoặc ô) khác thỏa mãn điều kiện lựa chọn lại ô. Phụ thuộc vào việc triển khai, eNB (hoặc ô) có thể được xem là bị chặn chỉ trong thời gian định trước, và UE có thể loại trừ eNB (hoặc ô) từ các eNB (hoặc các ô) ứng viên cho việc lựa chọn lại ô chỉ trong khoảng thời gian định trước. Ở đây, thông tin điều khiển có thể bao gồm thông tin chỉ báo rằng thiết bị MTC có được cho phép để truy cập mạng hay không hoặc thông tin để làm giảm hoặc bỏ qua việc truy cập mạng của thiết bị MTC. Hoặc thông tin điều khiển có thể bao gồm thông tin chỉ báo rằng eNB có hỗ trợ chức năng MTC hay không. Thông tin hệ thống bao gồm thông tin điều khiển có thể bao gồm SIB. Ngoài ra, thông tin hệ thống bao gồm thông tin điều khiển có thể bao gồm MIB và thông tin điều khiển có thể được thu trong các bit dành riêng của MIB.

Cấu hình của phản hồi HARQ-ACK tương ứng với lập lịch PDSCH đối với UE kiểu LC

UE kiểu LC có thể bao gồm chỉ một anten thu, để triển khai như là thiết bị chi phí thấp. Trong trường hợp này, việc lập lịch PDSCH cũng có thể bị giới hạn ở hạng 1 và/hoặc một lớp. Trong TM đường xuống (DL) cụ thể (ví dụ, TM 3 với định dạng DCI 2A, TM 4 với định dạng DCI 2, TM 8 với định dạng DCI 2B, TM 9 với định dạng DCI 2C, hoặc TM 10 với định dạng DCI 2D), có quy định rằng tối đa 2 TB hoặc CW được truyền trên một PDSCH. Ngay cả khi TM đường xuống (DL) cụ thể được tạo cấu hình cho UE kiểu LC, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể được lập lịch để thu chỉ một TB/CW do giới hạn về hạng truyền /số lượng lớp gây ra bởi sự có mặt của một anten.

Do đó, có đề xuất rằng ngay cả khi TM đường xuống (DL) cụ thể (ví dụ, TM 3/4/8/9/10) có thể hỗ trợ việc truyền của tối đa 2 TB/CW, UE kiểu LC hoạt động, giả thiết/xác định rằng chỉ một TB/CW luôn được lập lịch/được thu trong một SF hoặc trên một PDSCH. Do đó, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) được thiết lập là TM đường xuống (DL) cụ thể có thể tạo cấu hình/truyền chỉ 1-bit phản hồi HARQ-ACK đối với một TB/CW trong định dạng PUCCH 1a (dựa trên BPSK). Khi HARQ-ACK được phản hồi lại PUSCH, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) cũng có thể tạo cấu hình/truyền 1-bit HARQ-ACK trên SF đường xuống (DL). Đối với UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC), thông tin về TB/CW thứ nhất có thể luôn được lập lịch và thông tin về TB/CW thứ hai (ví dụ, trường MCS và/hoặc trường số xử lý HARQ) có thể được thiết lập là giá trị định trước (ví dụ, 0 hoặc 1) trong định dạng DCI cụ thể (ví dụ, 2A/2/2B/2C/2D) có thể hỗ trợ việc lập lịch của tối đa 2 TB/CW. Trong trường hợp này, giá trị định trước đối với TB/CW thứ hai có thể được sử dụng để kiểm tra lỗi.

Theo phương pháp khác, phản hồi HARQ-ACK (ví dụ, ACK hoặc NACK) đối với một TB/CW được thu/được lập lịch có thể được ánh xạ bằng các bit HARQ-ACK đối với 2 TB/CW và 2-bit phản hồi HARQ-ACK đối với 2 TB/CW có thể được tạo cấu hình/được truyền trong định dạng PUCCH 1b (dựa trên QPSK). Tương tự, khi HARQ-ACK được phản hồi lại PUSCH, 2-bit HARQ-ACK trên SF đường xuống (DL) có thể được tạo cấu hình/được truyền

và được ánh xạ tới cùng giá trị như HARQ-ACK (ví dụ, ACK hoặc NACK) đối với một TB/CW được lập lịch/được thu.

Cấu hình của vùng RB thu dữ liệu (tức là, Bd) dựa trên DCI trước đó

Có thể được hiểu như phương pháp lập lịch khác cho UE kiểu LC mà vùng RB đệm/thu tín hiệu PDSCH (tức là, Bd) được tạo cấu hình trong SF (ví dụ, SF $\#(n+k)$, $k > 0$) sau SF $\#n$ dựa trên DCI lập lịch việc truyền PDSCH trong SF $\#n$ (dựa trên các tài nguyên RB được cấp phát bởi DCI). Để thuận tiện hơn, DCI lập lịch PDSCH trong SF $\#n$, (được truyền trong SF $\#n$) được gọi là “DCI trước”, và DCI lập lịch PDSCH trong SF $\#(n+k)$, (được truyền trong SF $\#(n+k)$) được gọi là “DCI hiện tại”. Giả thiết rằng số lượng RB tối đa khả dụng cho việc thu dữ liệu DL tại UE kiểu LC được giới hạn ở L. L có thể được cố định hoặc thay đổi theo các đơn vị của SF trong dải định trước dựa trên DCI trước đó. Các vị trí của L RB có thể được thay đổi theo các đơn vị của SF dựa trên DCI trước đó.

Cụ thể, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể xác định vùng RB đệm/thu (Bd), tức là, L RB đối với tín hiệu PDSCH được lập lịch bởi DCI hiện tại đối với các RB được cấp phát bởi DCI trước đó. Do đó, UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng PDSCH dựa trên DCI hiện tại được lập lịch để được truyền trong tất cả hoặc một phần của L RB. Do đó, nếu các RB được cấp phát bởi DCI hiện tại (ví dụ, DCI #a trong SF $\#(n+k)$) không thuộc về vùng tài nguyên L-RB, UE kiểu LC có thể không thu/phát hiện PDSCH trong SF $\#(n+k)$ và sau đó có thể tái cấu hình vùng RB đệm/thu tín hiệu PDSCH (tức là, L khối tài nguyên (RB)) trong SF sau SF $\#(n+k)$ (ví dụ, SF $\#(n+k+k_1)$, $k_1 > 0$), xem xét DCI hiện tại (ví dụ, DCI #a trong SF $\#(n+k)$) là DCI mới trước đó.

Hoặc, nếu các tài nguyên RB được cấp phát bởi DCI hiện tại (ví dụ, DCI #a trong SF $\#(n+k)$) được xếp chồng một phần với L khối tài nguyên (RB) (ví dụ, với ít nhất một hoặc số lượng RB định trước trong số L khối tài nguyên (RB)), UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể thu tín hiệu PDSCH chỉ trong vùng được xếp chồng. Đối với mục đích này, eNB có thể

truyền tín hiệu PDSCH bằng cách chọc thủng hoặc so khớp tốc độ vùng không được xếp chồng, và UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể loại trừ vùng không được xếp chồng, có xét đến chỉ vùng được xếp chồng trong khi thu PDSCH. Nếu các tài nguyên RB được cấp phát bởi DCI hiện tại (ví dụ, DCI #a trong SF #(n+k)) không được xếp chồng với L khối tài nguyên (RB), UE kiểu khả năng thấp (Low Capability - LC) có thể tái cấu hình vùng RB đệm/tín hiệu PDSCH (tức là, L khối tài nguyên (RB)) trong SF (ví dụ, SF #(n+k+k1), $k1 > 0$) sau SF #(n+k), xác định DCI hiện tại (ví dụ, DCI #a trong SF #(n+k)) là DCI mới trước đó mà không phát hiện/thu PDSCH trong SF #(n+k).

Phương pháp được đề xuất có thể được áp dụng theo cách tương tự như phương pháp xác định L hoặc ít hơn các RB trong đó PDSCH thực tế được lập lịch/được truyền trong số các tài nguyên RB được cấp phát bởi DCI cấp phát đường xuống (DL), khi vùng RB đệm/thu tín hiệu PDSCH (tức là, B_d) được tạo cấu hình bán tĩnh trong trường hợp lập lịch SF không phải kiểu chéo. Vùng RB đệm/thu tín hiệu PDSCH có thể được tạo cấu hình bán tĩnh bởi, ví dụ, báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo hiệu RRC).

Trên giả thiết rằng số lượng RB được cấp phát bởi DCI trước đó là M và chỉ số của RB cụ thể (ví dụ, chỉ số RB nhỏ nhất) trong số M RB là m, vùng đệm/thu tín hiệu PDSCH tương ứng với DCI hiện tại có thể được tạo cấu hình như sau. Phương pháp sau đây có thể được áp dụng cho, không bị giới hạn, việc lập lịch/truyền của PDSCH chung của UE cụ thể (ví dụ, SIB (cụ thể)). L có thể được cố định hoặc được tạo cấu hình bán tĩnh bởi báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo hiệu RRC).

Trường hợp #1) $M = L$

Phần 1) L tài nguyên RB thu được tạo cấu hình để đồng nhất với M tài nguyên RB.

Phần 2) thiết lập i) $m \sim m+L-1$, ii) $m-L+1 \sim m$, iii) $m-(L-1)/2 \sim m+(L-1)/2$ (L: số lẻ), hoặc iv) $m-L/2 \sim m+L/2-1$ hoặc $m-L/2+1 \sim m+L/2$ (L: số chẵn) như là các chỉ số của L tài nguyên RB thu.

Trường hợp #2) $M < L$

Phần 1) L tài nguyên RB thu bao gồm M tài nguyên RB, và $(L-M)$ tài nguyên RB còn lại cần thiết cho L RB thu được tạo cấu hình là i) tài nguyên RB lân cận chỉ số RB nhỏ nhất của M RB và có chỉ số nhỏ hơn, ii) tài nguyên RB lân cận chỉ số RB lớn nhất của M RB và có chỉ số lớn hơn, hoặc iii) (tập hợp của) tài nguyên RB lân cận chỉ số RB nhỏ nhất của M RB và có chỉ số nhỏ hơn, và/hoặc tài nguyên RB lân cận chỉ số RB lớn nhất của M RB và có chỉ số lớn hơn.

Phần 2) i) thiết lập $m \sim m+L-1$, ii) $m-L+1 \sim m$, iii) $m-(L-1)/2 \sim m+(L-1)/2$ (L : số lẻ), hoặc iv) $m-L/2 \sim m+L/2-1$ hoặc $m-L/2+1 \sim m+L/2$ (L : số chẵn) như là các chỉ số của L tài nguyên RB thu.

Phần 3) thiết lập chỉ M tài nguyên là các tài nguyên RB thu.

Trường hợp #3) $M > L$

Phần 1) L tài nguyên thu được tạo cấu hình là, trong số M tài nguyên RB, i) các tài nguyên RB tương ứng với L chỉ số nhỏ nhất, ii) các tài nguyên RB tương ứng với L chỉ số lớn nhất, hoặc iii) các tài nguyên RB tương ứng với L chỉ số RB còn lại (ví dụ, L chỉ số RB tại phần trung tâm của các chỉ số) ngoại trừ (tập hợp của) một hoặc nhiều chỉ số nhỏ nhất và/hoặc một hoặc nhiều chỉ số lớn nhất.

Phần 2) i) thiết lập $m \sim m+L-1$, ii) $m-L+1 \sim m$, iii) $m-(L-1)/2 \sim m+(L-1)/2$ (L : số lẻ), hoặc iv) $m-L/2 \sim m+L/2-1$ hoặc $m-L/2+1 \sim m+L/2$ (L : số chẵn) như các chỉ số của L tài nguyên RB thu.

Phần 3) vùng tài nguyên L -RB cho việc thu của PDSCH được lập lịch phía sau được tái cấu hình, xem xét DCI hiện tại là DCI mới trước đó mà không cấu hình các tài nguyên RB thu (tức là, không thu/phát hiện PDSCH trong SF $\#(n+k)$).

Các phương pháp được đề xuất (ví dụ, phần 1 của trường hợp #1, phần 3 của trường hợp #2, và phần 1 của trường hợp 3#) có thể được áp dụng theo cách tương tự như phương pháp xác định L hoặc ít hơn các RB trong đó PDSCH thực tế được lập lịch/được truyền trong số các tài nguyên RB được

cấp phát bởi DCI cấp phát đường xuống (DL) trong trường hợp lập lịch SF chéo.

Sự truyền phản hồi HARQ-ACK để lập lịch SF chéo

Nếu lập lịch SF chéo được sử dụng (xem phương pháp 3), thời điểm SF để truyền phản hồi HARQ-ACK (sau đây, được gọi là A/N) để phản hồi lại PDSCH và phương pháp cấp phát tài nguyên để truyền phản hồi HARQ-ACK có thể cần được xác định. Để thuận tiện hơn, giả thiết rằng PDCCH cấp phát đường xuống (DL) được truyền trong SF #n và PDSCH được truyền trong SF #(n+k) ($k > 0$ (ví dụ, $k=1$)) trong trường hợp lập lịch SF chéo. Thời điểm truyền A/N có thể được xác định là thời điểm SF đường lên được liên kết với SF trong đó PDSCH được thu (có xét đến thời gian diễn ra để giải mã PDSCH) trong trường hợp lập lịch SF chéo. Ví dụ, nếu PDSCH được thu trong SF #n, A/N có thể được truyền trong SF #(n+d) để phản hồi lại PDSCH. Trong FDD, $d=4$ và trong TDD, d có thể được đưa ra như được minh họa trong bảng 6.

Các tài nguyên PUCCH cho việc truyền A/N có thể được cấp phát theo các phương pháp sau đây.

Tùy chọn 1) PUCCH ẩn mà xếp chồng sau vùng PUCCH theo kỹ thuật đã biết

Các tài nguyên truyền A/N về cơ bản được xác định dựa trên quan hệ theo kỹ thuật đã biết giữa các chỉ số tài nguyên PDCCH CCE và các chỉ số tài nguyên PUCCH (xem phương trình 1). Các tài nguyên PUCCH để lập lịch SF chéo có thể được xếp chồng sau các tài nguyên PUCCH theo kỹ thuật đã biết (hoặc vùng PUCCH theo kỹ thuật đã biết) được dành riêng cho lập lịch SF không phải kiểu chéo. Ví dụ, các tài nguyên PUCCH (theo kỹ thuật đã biết) được liên kết với chỉ số CCE của SF #(n+k) có thể được dành riêng đầu tiên trong SF #(n+k+d) và sau đó các tài nguyên PUCCH (dựa trên lập lịch SF chéo) được liên kết với chỉ số CCE của SF #n có thể được xếp chồng bổ sung (ví dụ, PUCCH theo kỹ thuật đã biết và PUCCH dựa trên lập lịch SF chéo được xếp chồng tuần tự hướng vào trong bắt đầu từ biên ngoài của băng UL). Ví dụ, các chỉ số tài nguyên PUCCH có thể được xác định trong SF #(n+k+d)

là như sau.

Phương trình 2

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}} \text{ (đối với lập lịch SF không phải kiểu chéo)}$$

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}} + N_{\text{last}} \text{ (đối với lập lịch SF chéo)}$$

trong đó $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu diễn chỉ số tài nguyên của định dạng PUCCH 1a/1b để truyền ACK/NACK/DTX, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ là giá trị được chỉ báo bởi báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo hiệu RRC), và n_{CCE} biểu diễn chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE nhỏ nhất) được sử dụng cho việc truyền PDCCH. N_{last} biểu diễn chỉ số cuối cùng hoặc số lượng các tài nguyên PUCCH theo kỹ thuật đã biết được dành riêng trong SF $\#(n+k+d)$. N_{last} có thể được thiết lập trên giả thiết của giá trị CFI lớn nhất (hoặc số lượng tài nguyên CCE lớn nhất) có thể được tạo cấu hình trong SF $\#(n+k)$.

Tùy chọn 2) PUCCH ẩn mà xếp chồng bằng cách áp dụng độ dịch bắt đầu PUCCH

Về cơ bản, các tài nguyên truyền A/N được xác định sử dụng quan hệ theo kỹ thuật đã biết giữa các chỉ số tài nguyên PDCCH CCE và các chỉ số tài nguyên PUCCH (xem phương trình 1). Trong lập lịch SF chéo, tài nguyên PUCCH cuối cùng có thể được xác định bằng cách áp dụng độ dịch bắt đầu đối với các chỉ số tài nguyên PUCCH tới các chỉ số tài nguyên PUCCH theo kỹ thuật đã biết. Ví dụ, các chỉ số tài nguyên PUCCH trong SF $\#(n+k+d)$ có thể được xác định như sau.

Phương trình 3

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}} \text{ (đối với lập lịch SF không phải kiểu chéo)}$$

$$n^{(1)}_{\text{PUCCH}} = n_{\text{CCE}} + N^{(1)}_{\text{PUCCH}} + N_{\text{pucch}} \text{ (đối với lập lịch SF chéo)}$$

trong đó $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu diễn chỉ số tài nguyên của định dạng PUCCH 1a/1b để truyền ACK/NACK/DTX, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ là giá trị được chỉ báo bởi báo hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo hiệu RRC), và n_{CCE} biểu diễn chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE nhỏ nhất) được sử dụng cho việc truyền PDCCH. N_{pucch} biểu diễn độ dịch bắt đầu đối với các chỉ số tài nguyên PUCCH, mà có thể được báo hiệu/được tạo cấu hình bởi SIB hoặc RAR.

Tùy chọn 3) PUCCH ẩn mà xếp chồng dựa trên liên kết với chỉ số PDSCH PRB

So với phương pháp theo kỹ thuật đã biết (ví dụ, liên kết CCE-tới-PUCCH), với quan hệ giữa các chỉ số PRB được sử dụng cho việc truyền PDSCH và các chỉ số tài nguyên PUCCH được xác định trước/được thiết lập trước, các chỉ số tài nguyên PUCCH (ẩn) được liên kết với chỉ số PRB cụ thể (ví dụ, chỉ số PRB thứ nhất) của PDSCH được lập lịch SF chéo có thể được xác định như là các tài nguyên truyền A/N đối với PDSCH. Trong lập lịch SF không phải kiểu chéo, các tài nguyên PUCCH dùng cho việc truyền A/N có thể được xác định nhờ sử dụng phương pháp cơ bản (ví dụ, phương trình 1).

Tương tự trường hợp nêu trên, i) các tài nguyên PUCCH được liên kết với chỉ số PDSCH PRB trong SF $\#(n+k)$ có thể được xếp sau vùng dành riêng cho các tài nguyên PUCCH theo kỹ thuật đã biết được liên kết với chỉ số CCE của SF $\#(n+k)$ hoặc ii) tài nguyên truyền A/N cuối cùng có thể được xác định bằng cách áp dụng độ dịch bắt đầu chỉ số tài nguyên PUCCH (ví dụ, N_{pucch}) tới chỉ số PUCCH được liên kết với chỉ số PRB cụ thể (ví dụ, chỉ số PRB thứ nhất).

Tùy chọn 4) cấu hình PUCCH hiện sử dụng chỉ báo tài nguyên A/N

Với các tài nguyên PUCCH được tạo cấu hình trước (bởi báo hiệu lớp cao hơn như báo hiệu RRC), tài nguyên PUCCH đối với HARQ-ACK đối với dữ liệu DL trong số các tài nguyên PUCCH có thể được chỉ báo bởi DCI cấp phát đường xuống (DL), dựa trên các tài nguyên mang DCI (ví dụ, chỉ số CCE được sử dụng cho việc truyền PDCCH), hoặc dựa trên các tài nguyên được cấp phát cho việc truyền dữ liệu DL tương ứng với DCI (ví dụ, chỉ số PRB được sử dụng cho việc truyền PDSCH). Các tài nguyên truyền HARQ-ACK có thể được chỉ báo bởi DCI cấp phát đường xuống (DL), ví dụ, bằng cách thêm trường mới vào DCI hoặc mượn/viên dẫn tới trường đã có cụ thể của DCI (ví dụ, trường TPC hoặc trường số xử lý HARQ).

Trong TDD, A/N được truyền trong một SF đường lên (UL) để phản hồi lại việc thu PDSCH trong (các) SF đường xuống (DL). Tập SF đường xuống

(DL) được liên kết với một SF đường lên (UL) được xác định là “cửa sổ gói”, để thuận tiện hơn. Trong TDD, nếu PDSCH tương ứng với PDCCH cấp phát đường xuống (DL) được truyền trong cùng cửa sổ gói, liên kết PUCCH ẩn đang có (theo kỹ thuật đã biết) vẫn được sử dụng. Nếu PDCCH và PDSCH được truyền trong các cửa sổ gói khác nhau, các tài nguyên A/N có thể được xác định nhờ sử dụng một trong các phương pháp được đề xuất.

Để ngăn ngừa việc đưa ra xếp tài nguyên PUCCH bổ sung hoặc việc áp dụng của độ dịch bắt đầu PUCCH, việc truyền của PDCCH cấp phát đường xuống (DL) để lập lịch SF chéo và PDSCH tương ứng với PDCCH cấp phát đường xuống (DL) có thể được giới hạn ở cùng cửa sổ gói. Một cách tương đương, UE có thể hoạt động, giả thiết/xác định rằng PDCCH và PDSCH không được truyền trong các cửa sổ gói khác nhau. Ví dụ, nếu PDCCH và PDSCH được truyền trong các cửa sổ gói khác nhau, việc giám sát PDCCH và/hoặc giải mã PDSCH có thể được bỏ qua.

Nếu PDCCH cấp phát đường xuống (DL) được thu/được phát hiện thành công với thời điểm SF truyền/thu PDSCH (sau đây, được gọi là PDSCH_start_SF) được thiết lập trước, PDSCH tương ứng với (tức là, được lập lịch bởi) PDCCH có thể được truyền/được thu trong PDSCH_start_SF gần nhất sau SF trong đó PDCCH được truyền/được phát hiện. Tương tự, (với thời điểm SF (sau đây, được gọi là PUCCH_start_SF) cho việc truyền của PUCCH đối với phản hồi HARQ-ACK được thiết lập trước), HARQ-ACK PUCCH có thể được truyền trong PUCCH_start_SF gần nhất sau SF mang PDSCH (hoặc bao gồm thời điểm SF thu được bằng cách thêm độ dịch SF cụ thể vào SF mang PDSCH), để phản hồi lại việc thu của PDSCH.

Lệnh TPC được báo hiệu bởi PDCCH cấp phát đường xuống (DL) có thể được áp dụng cho việc truyền PUCCH (điều khiển công suất) trong SF $\#(n+k+d)$ mang A/N để phản hồi lại PDSCH được lập lịch bởi PDCCH, thay vì SF $\#(n+d)$ được liên kết với SF $\#n$ mang PDCCH.

Nếu lập lịch SF chéo được sử dụng, A/N cho PDCCH (SF $\#n$) ra lệnh/chỉ báo phiên bản SPS đường xuống (DL) 1) có thể được truyền một cách

ngoại lệ trong SF $\#(n+d)$ như được thực hiện theo kỹ thuật đã biết, hoặc 2) có thể được truyền trong SF $\#(n+k+d)$ để khớp với trễ PDCCH-đến-A/N. Trong trường hợp của mục 1), các tài nguyên PUCCH ẩn theo kỹ thuật đã biết có thể được cấp phát, trong khi trong trường hợp của mục 2), các tài nguyên PUCCH có thể được cấp phát theo phương pháp được đề xuất nêu trên.

Lập lịch SF chéo của PDSCH (SF $\#(n+k)$) bởi PDCCH (SF $\#n$) chỉ báo kích hoạt SPS đường xuống (DL) có thể được xem xét. Trong trường hợp này, điểm bắt đầu của phương pháp truyền SPS PDSCH có thể được thiết lập là thời điểm thu (SF $\#(n+k)$) của PDSCH được lập lịch bởi PDCCH chỉ báo kích hoạt SPS đường xuống (DL), không phải thời điểm thu (SF $\#n$) của PDCCH. Tức là, SPS PDSCH có thể được truyền với chu kỳ định trước đối với/bắt đầu từ thời điểm thu của PDSCH.

Theo phương pháp khác, nếu chu kỳ truyền SPS PDSCH là N SFs, PDSCH được lập lịch bởi PDCCH (SF $\#n$) chỉ báo kích hoạt SPS đường xuống (DL) có thể được truyền trong SF $\#(n+N)$ (trong trường hợp của lập lịch SF chéo hoặc không kể đến lập lịch SF chéo). Hoặc, vùng RB đệm/thu đối với SPS PDCCH có thể được tạo cấu hình một cách độc lập của vùng RB đệm/thu đối với PDSCH thường bởi báo hiệu lớp cao hơn như báo hiệu RRC (trong trường hợp của lập lịch SF chéo hoặc không kể đến lập lịch SF chéo).

Nếu lập lịch SF chéo không được sử dụng (ví dụ, nếu với vùng RB đệm/thu tín hiệu PDSCH được tạo cấu hình bán tĩnh bởi báo hiệu lớp cao hơn, PDCCH và PDSCH được lập lịch bởi PDCCH được truyền trong cùng SF), độ lệch/sự không rõ ràng và sự cố liên quan đến vùng RB có thể xảy ra giữa UE và eNB trong khi tái cấu hình vùng PDSCH RB (ví dụ, tái cấu hình RRC).

Xét đến độ lệch/sự không rõ ràng và sự cố, vùng RB (B_{css}) để thu/đệm tín hiệu PDSCH đơn hướng được lập lịch bởi CSS và vùng RB (B_{uss}) để thu/đệm tín hiệu PDSCH đơn hướng được lập lịch bởi USS có thể được tạo cấu hình một cách độc lập. Ví dụ, SF mà có thể được lập lịch đối với PDSCH đơn hướng bởi CSS và SF mà có thể được lập lịch đối với PDSCH đơn hướng bởi USS có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM. Nói cách khác, SF

trong đó PDSCH đơn hướng có thể được lập lịch thông qua vùng B_{css} và SF trong đó PDSCH đơn hướng có thể được lập lịch thông qua vùng B_{uss} có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM. Tín hiệu PDSCH đơn hướng có thể được lập lịch nhờ sử dụng, ví dụ, PDCCH dựa trên C-RNTI.

Có thể còn được tổng quát hóa rằng vùng RB (B_{css}) để thu/đệm tín hiệu PDSCH được lập lịch bởi CSS và vùng RB (B_{uss}) để thu/đệm tín hiệu PDSCH được lập lịch bởi USS có thể được tạo cấu hình một cách độc lập. Ví dụ, SF mà có thể được lập lịch đối với PDSCH bởi CSS và SF mà có thể được lập lịch đối với PDSCH bởi USS có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM. Nói cách khác, SF trong đó PDSCH bất kỳ có thể được lập lịch thông qua vùng B_{css} và SF trong đó PDSCH bất kỳ có thể được lập lịch thông qua vùng B_{uss} có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM. Tín hiệu PDSCH bao gồm PDSCH đơn hướng và/hoặc PDSCH đa hướng/phát rộng.

Theo phương pháp khác, vùng RB (sau đây, được gọi là B_{fix}) mà để việc lập lịch PDSCH kèm theo tái cấu hình tham số (ví dụ, tái cấu hình RRC) được xem xét và vùng RB (sau đây, được gọi là B_{cfg}) mà để việc lập lịch PDSCH thường cho mục đích ngoài việc tái cấu hình (dựa trên thay đổi/cấu hình tài nguyên tần số linh hoạt) được xem xét có thể được tạo cấu hình một cách độc lập mà không có sự phân biệt giữa các SS. Trong trường hợp này, SF được lập lịch cho việc truyền của PDSCH đơn hướng (được lập lịch nhờ sử dụng PDCCH dựa trên C-RNTI) trong vùng B_{fix} và SF được lập lịch cho việc truyền của PDSCH đơn hướng trong vùng B_{cfg} có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM.

Hoặc có thể được tổng quát hóa rằng với vùng RB (B_{fix}) và vùng RB (B_{cfg}) được tạo cấu hình độc lập, SF được lập lịch cho việc truyền của PDSCH bất kỳ trong vùng B_{fix} và SF được lập lịch cho việc truyền của PDSCH bất kỳ trong vùng B_{cfg} có thể được tạo cấu hình dành riêng trong TDM.

Fig.14 là sơ đồ khối của BS và UE mà có thể được áp dụng cho phương án của sáng chế.

Dựa trên Fig.14, hệ thống truyền thông không dây bao gồm BS 110 và UE 120. Bộ truyền là một phần của BS 110 và bộ thu là một phần của UE 120 trên DL. Bộ truyền là một phần của UE 120 và bộ thu là một phần của BS 110 trên UL. BS 110 bao gồm bộ xử lý 112, bộ nhớ 114, và bộ phận tần số radio (RF) 116. Bộ xử lý 112 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất bởi sáng chế. Bộ nhớ 114 được kết nối tới bộ xử lý 112 và lưu trữ các loại thông tin khác nhau liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 112. Bộ RF 116 được kết nối tới bộ xử lý 112 và truyền và/hoặc thu các tín hiệu radio. UE 120 bao gồm bộ xử lý 122, bộ nhớ 124, và bộ RF 126. Bộ xử lý 122 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các thủ tục và/hoặc các phương pháp được đề xuất bởi sáng chế. Bộ nhớ 124 được kết nối tới bộ xử lý 122 và lưu trữ các loại thông tin khác nhau liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 122. Bộ RF 126 được kết nối tới bộ xử lý 122 và truyền và/hoặc thu các tín hiệu radio. BS 110 và/hoặc UE có thể có một anten hoặc nhiều anten.

Các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây là các dạng kết hợp của các thành phần và các dấu hiệu của sáng chế dưới các dạng cụ thể. Các thành phần hoặc các dấu hiệu có thể được xem xét một cách chọn lọc trừ khi được đề cập khác. Mỗi thành phần hoặc dấu hiệu có thể được áp dụng mà không được kết hợp với các thành phần hoặc các dấu hiệu khác. Ngoài ra, phương án của sáng chế có thể được xây dựng bằng cách kết hợp các phần của các thành phần và/hoặc dấu hiệu. Thứ tự hoạt động được mô tả trong các phương án sáng chế có thể được sắp xếp lại. Một vài cấu trúc hoặc các thành phần của phương án bất kỳ có thể nằm trong phương án khác và có thể được thay thế bằng cấu trúc hoặc các dấu hiệu tương ứng của phương án khác. Sẽ là rõ ràng với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật rằng các điểm yêu cầu bảo hộ mà không được trích dẫn rõ ràng với nhau trong bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo có thể được trình bày dưới dạng kết hợp như là phương án của sáng chế hoặc được bao gồm như là điểm yêu cầu bảo hộ mới bằng cách sửa đổi sau khi nộp đơn.

Trong các phương án của sáng chế, phần mô tả được thực hiện, tập trung vào quan hệ truyền và thu dữ liệu giữa BS và UE. Trong một vài trường hợp,

hoạt động cụ thể được mô tả là được thực hiện bởi BS có thể được thực hiện bởi nút cao hơn của BS. Cụ thể, rõ ràng rằng, trong mạng bao gồm nhiều nút mạng bao gồm BS, các hoạt động khác nhau được thực hiện để truyền thông với UE có thể được thực hiện bởi BS hoặc các nút mạng ngoài BS. Thuật ngữ 'BS' có thể được thay thế bởi thuật ngữ như trạm cố định, nút B, nút B cải tiến (eNode B hoặc eNB), điểm truy cập (Access Point - AP), ... Thuật ngữ 'thiết bị đầu cuối' có thể được thay thế bằng thuật ngữ UE (thiết bị người dùng - User Equipment), trạm di động (Mobile Station - MS), trạm thuê bao di động (Mobile Subscriber Station - MSS), trạm thuê bao (Subscriber Station - SS), ...

Các phương án của sáng chế có thể đạt được bằng các cách khác nhau, ví dụ, phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của chúng. Trong cấu trúc phần cứng, các phương án của sáng chế có thể đạt được bởi một hoặc nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), thiết bị xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processing Device - DSPD), thiết bị logic khả trình (Programmable Logic Device - PLD), mảng cổng khả trình dạng trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), các bộ xử lý, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, bộ vi xử lý, ...

Trong cấu trúc phần mềm hoặc phần sụn, phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng mô-đun, thủ tục, chức năng... Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ nằm bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu tới và từ bộ xử lý thông qua các phương tiện đã biết khác nhau.

Chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác nhau ngoài những gì được mô tả ở đây mà không đi chệch khỏi nguyên lý và dấu hiệu cơ bản của sáng chế. Các phương án nêu trên do đó cần được hiểu trong tất cả các khía cạnh như sự minh họa và không bị giới hạn. Phạm vi của sáng chế có thể được xác định bởi bộ yêu cầu bảo hộ kèm theo và các dạng tương đương của chúng, không phải bởi phần mô tả nêu trên, và tất cả thay đổi nằm trong phạm vi tương đương của

bộ yêu cầu bảo kèm theo có mục đích được bao hàm ở đây.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể ứng dụng được cho phương pháp và thiết bị để thực hiện việc truyền thông, khi MTC được hỗ trợ trong hệ thống truyền thông không dây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều khiển truy cập mạng bởi thiết bị người dùng (User Equipment - UE) trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước:

thu, từ trạm gốc (Base Station - BS), thông tin hệ thống liên quan đến truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng, trong đó thiết bị loại đặc trưng này hỗ trợ kích cỡ khối truyền tải lên đến 1000 bit và chỉ có một anten thu;

nếu thông tin hệ thống cho phép sự truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng hoặc UE không phải là thiết bị loại đặc trưng, thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên đối với truy cập ban đầu mạng tới BS và thủ tục thu dữ liệu đường xuống; và

nếu thông tin hệ thống không cho phép sự truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng và UE là thiết bị loại đặc trưng, bỏ qua thủ tục truy cập ngẫu nhiên đối với truy cập ban đầu mạng tới BS,

trong đó thủ tục thu dữ liệu đường xuống bao gồm các bước:

thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel - PDCCH) thứ nhất bao gồm thông tin điều khiển mà chỉ báo tập hợp thứ nhất của các khối tài nguyên (Resource Block - RB) tương ứng với vùng tần số thu tín hiệu đường xuống hiện thời đối với UE tại khung con #n, trong đó n là số nguyên không âm,

thu PDCCH thứ hai bao gồm thông tin điều khiển mà chỉ báo tập hợp thứ hai của các RB được cấp phát cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel - PDSCH) tại khung con #n+k, trong đó k là số nguyên dương,

khi có vùng xếp chồng một phần giữa tập hợp thứ nhất của các RB và tập hợp thứ hai của các RB, thu PDSCH thông qua chỉ vùng xếp chồng một phần tại khung con #n+k, và

khi không có vùng xếp chồng bất kỳ giữa tập hợp thứ nhất của các RB và tập hợp thứ hai của các RB, bỏ qua thủ tục phát hiện để thu PDSCH tại

khung con $\#n+k$, và thiết đặt tập hợp thứ hai của các RB làm vùng tần số thu tín hiệu đường xuống tiếp theo đối với UE tại khung con sau khung con $\#n+k$.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin hệ thống bao gồm thông tin mà chỉ báo xem BS có hỗ trợ các chức năng liên quan đến thiết bị loại đặc trưng hay không.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin hệ thống bao gồm khối thông tin hệ thống 1 (System Information Block 1 - SIB1).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin hệ thống bao gồm khối thông tin chính (Master Information Block - MIB) và thông tin điều khiển mà chỉ báo sự điều khiển truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng được thu trong bit dành riêng của MIB.

5. Thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây, UE này bao gồm:

bộ phận tần số radio (Radio Frequency - RF); và

bộ xử lý,

trong đó bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

điều khiển bộ phận RF để thu, từ trạm gốc (BS), thông tin hệ thống liên quan đến truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng, trong đó thiết bị loại đặc trưng này hỗ trợ kích cỡ khối truyền tải lên đến 1000 bit và chỉ có một anten thu,

nếu thông tin hệ thống cho phép sự truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng hoặc UE không phải là thiết bị loại đặc trưng, thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên đối với truy cập ban đầu mạng tới BS và thủ tục thu dữ liệu đường xuống, và

nếu thông tin hệ thống không cho phép sự truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng và UE là thiết bị loại đặc trưng, bỏ qua thủ tục truy cập ngẫu nhiên đối với truy cập ban đầu mạng tới BS,

trong đó thủ tục thu dữ liệu đường xuống bao gồm các bước:

thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) thứ nhất bao gồm thông tin điều khiển mà chỉ báo tập hợp thứ nhất của các khối tài nguyên (RB)

tương ứng với vùng tần số thu tín hiệu đường xuống hiện thời đối với UE tại khung con $\#n$, trong đó n là số nguyên không âm,

thu PDCCH thứ hai bao gồm thông tin điều khiển mà chỉ báo tập hợp thứ hai của các RB được cấp phát cho kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) tại khung con $\#n+k$, trong đó k là số nguyên dương,

khi có vùng xếp chồng một phần giữa tập hợp thứ nhất của các RB và tập hợp thứ hai của các RB, thu PDSCH thông qua chỉ vùng xếp chồng một phần tại khung con $\#n+k$, và

khi không có vùng xếp chồng bất kỳ giữa tập hợp thứ nhất của các RB và tập hợp thứ hai của các RB, bỏ qua thủ tục phát hiện để thu PDSCH tại khung con $\#n+k$, và thiết đặt tập hợp thứ hai của các RB làm vùng tần số thu tín hiệu đường xuống tiếp theo đối với UE tại khung con sau khung con $\#n+k$.

6. UE theo điểm 5, trong đó thông tin hệ thống bao gồm thông tin mà chỉ báo xem BS có hỗ trợ các chức năng liên quan đến thiết bị loại đặc trưng hay không.

7. UE theo điểm 5, trong đó thông tin hệ thống bao gồm khối thông tin hệ thống 1 (SIB1).

8. UE theo điểm 5, trong đó thông tin hệ thống bao gồm khối thông tin chính (MIB) và thông tin điều khiển mà chỉ báo sự điều khiển truy cập mạng của thiết bị loại đặc trưng được thu trong bit dành riêng của MIB.

FIG. 1

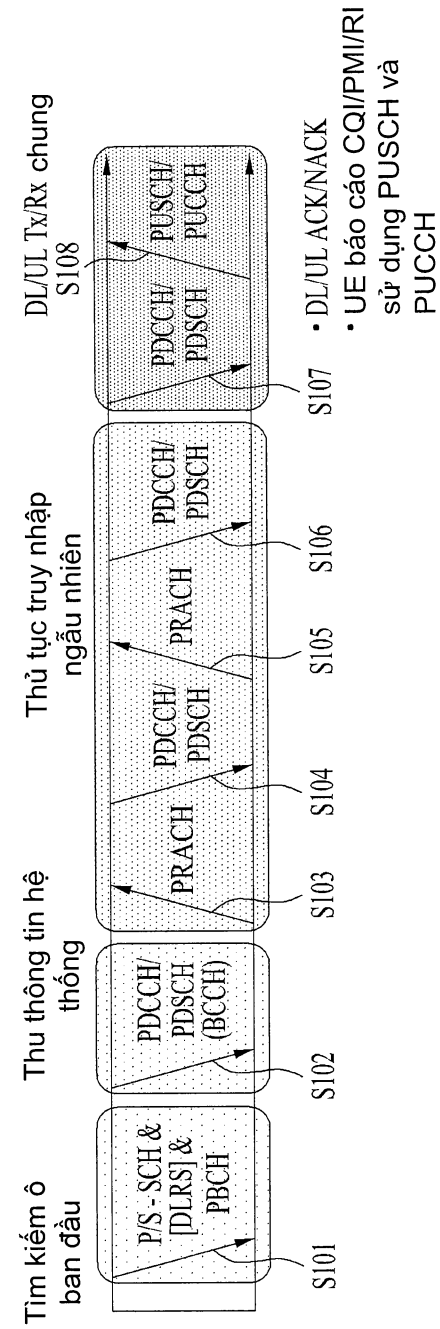
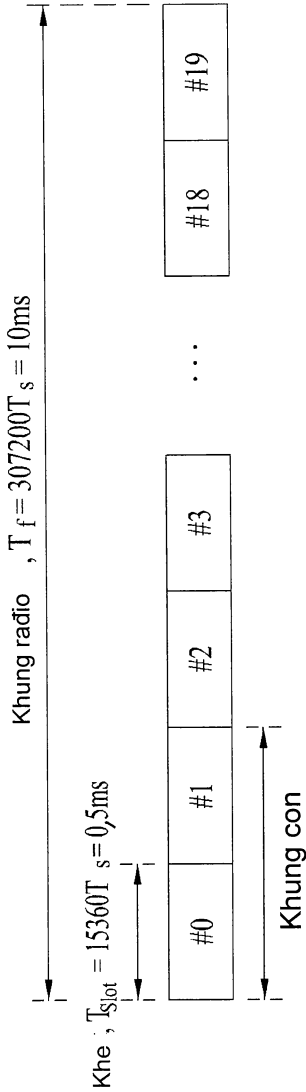
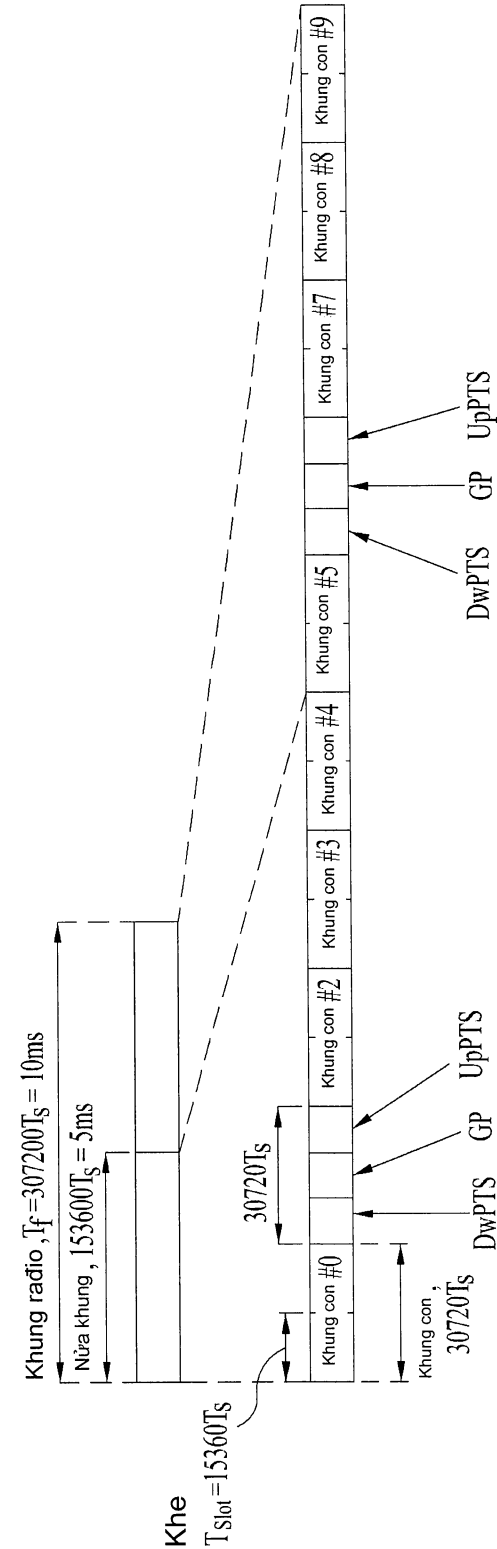


FIG. 2



(a) Cấu trúc khung loại 1



(b) Cấu trúc khung loại 2

FIG. 3

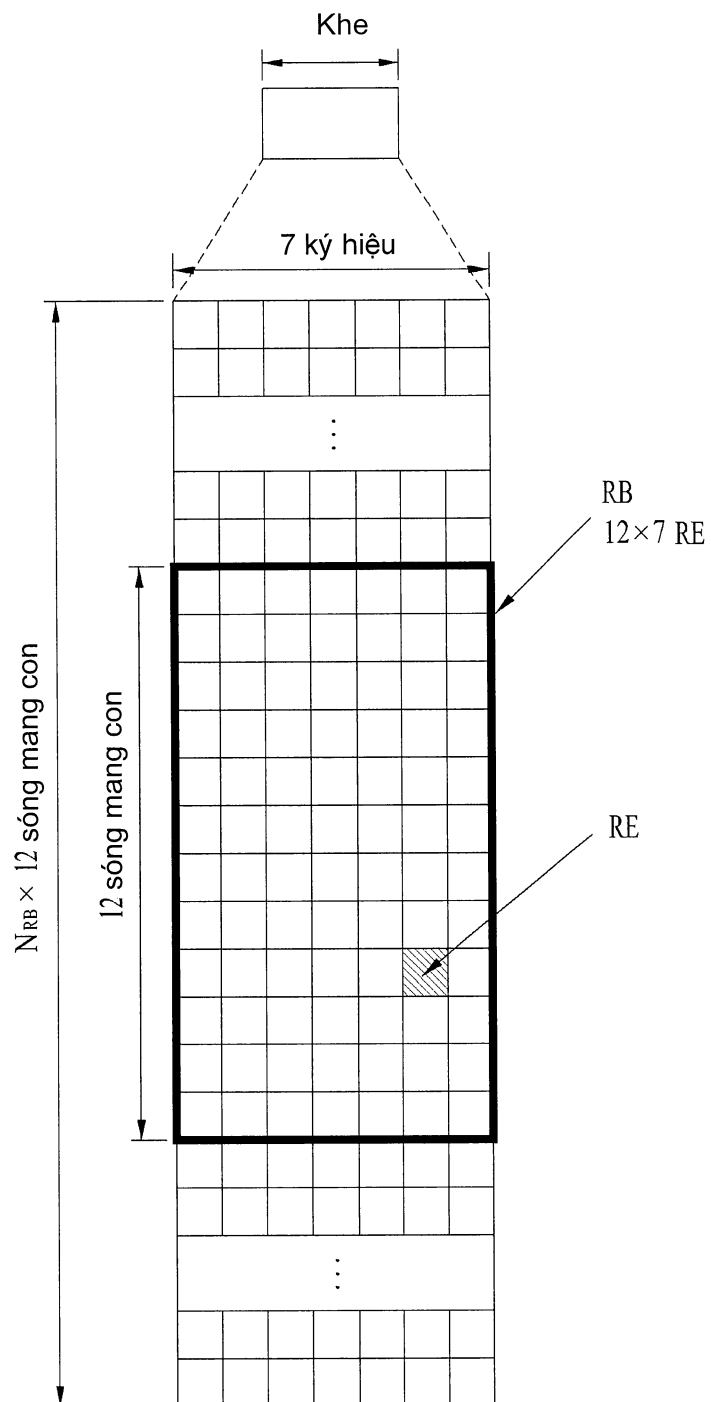


FIG. 4

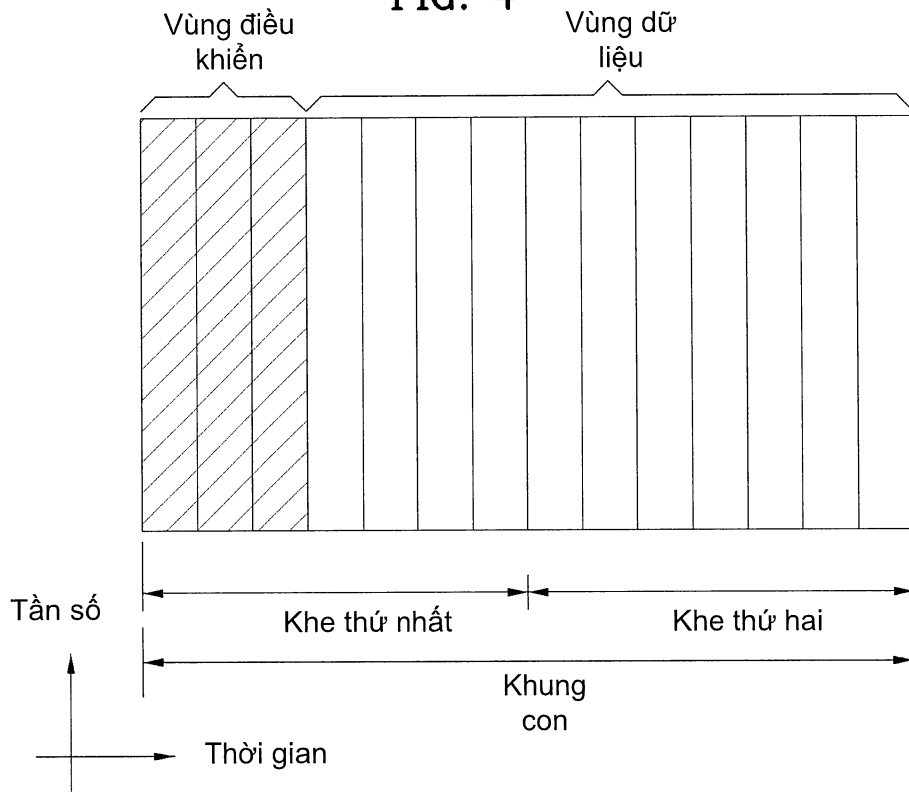


FIG. 5

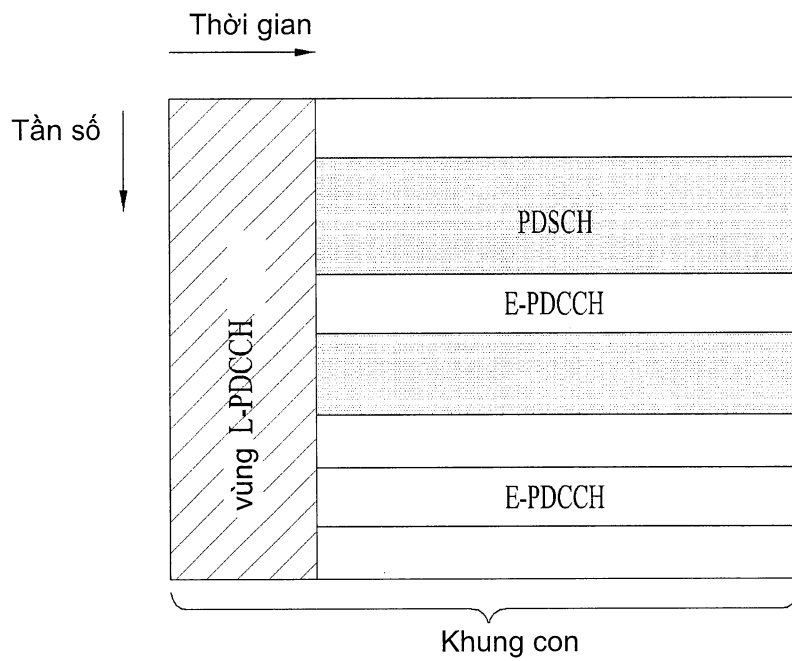


FIG. 6

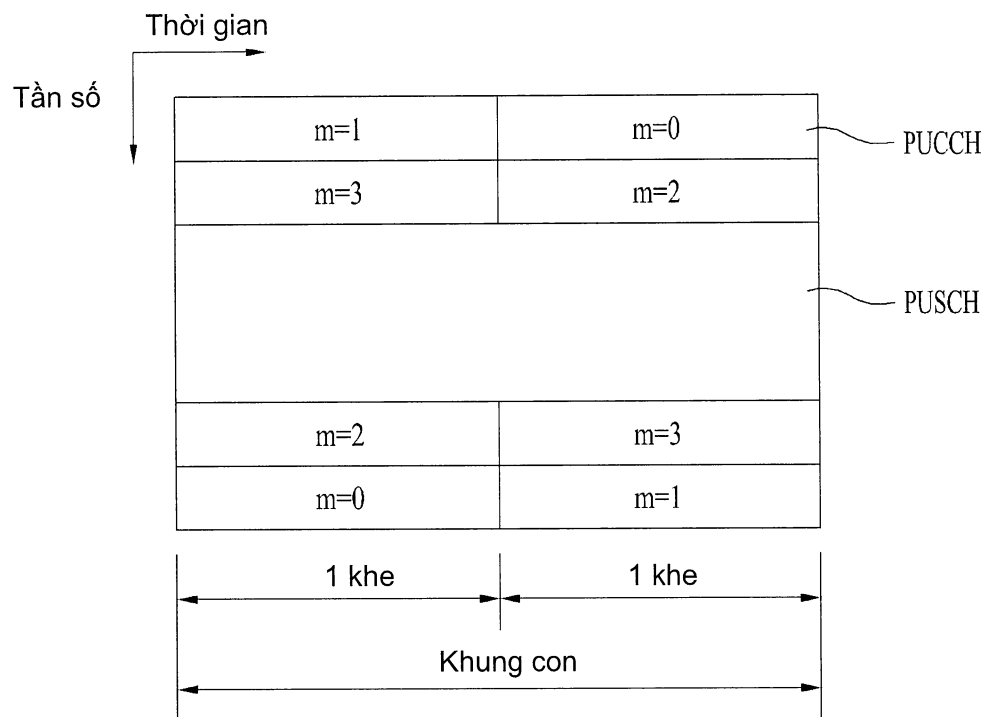


FIG. 7

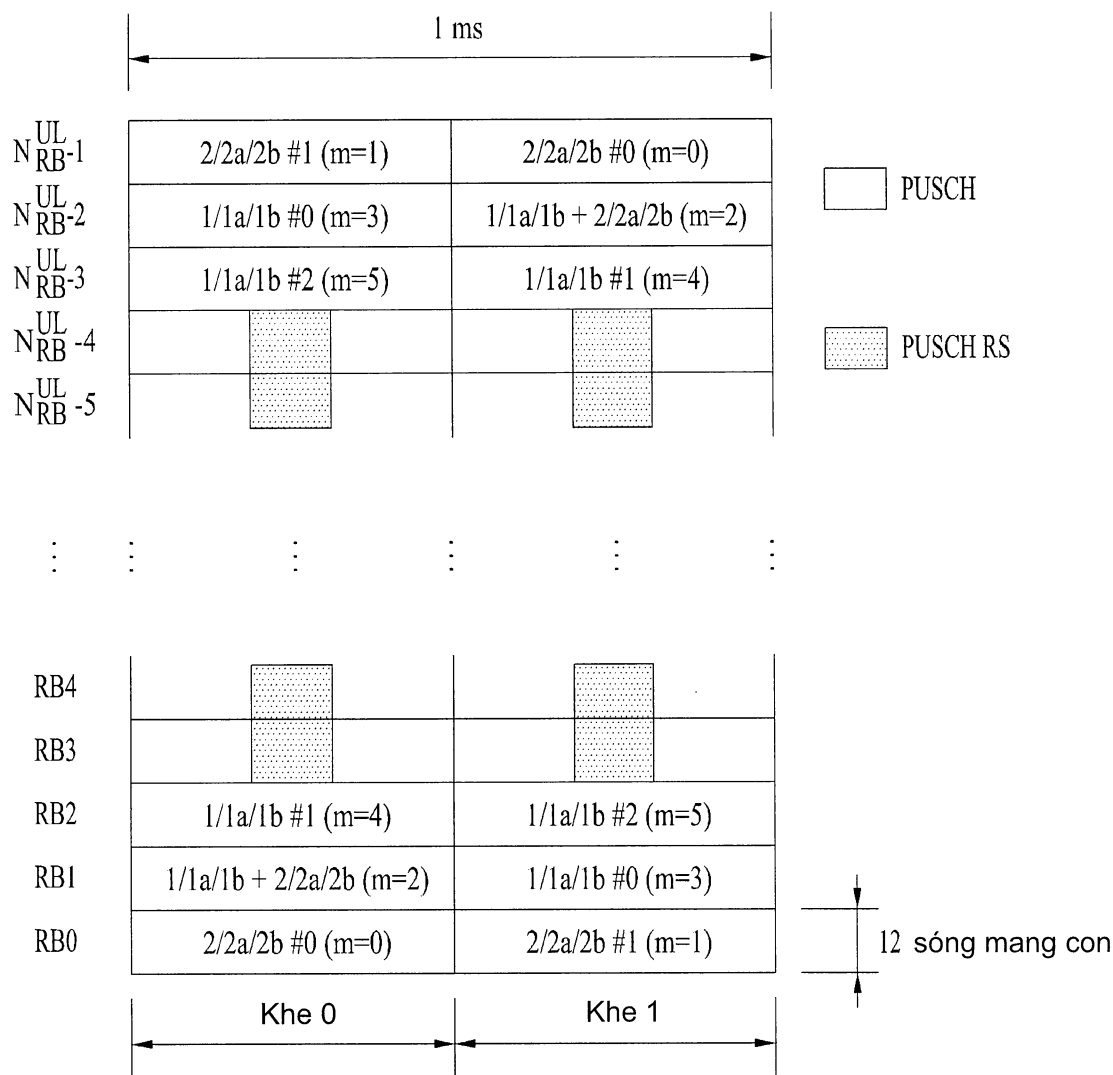


FIG. 8

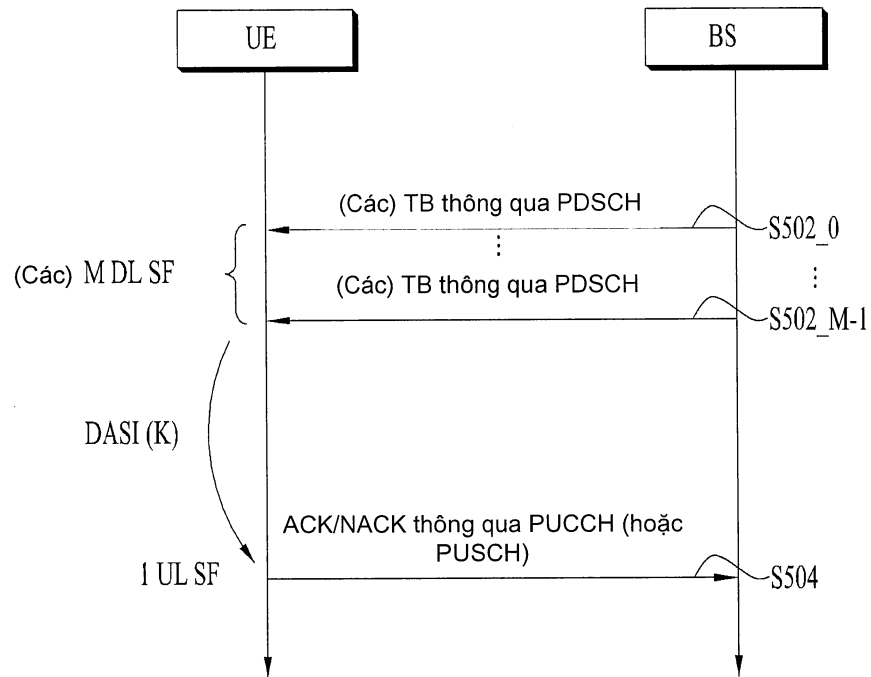


FIG. 9

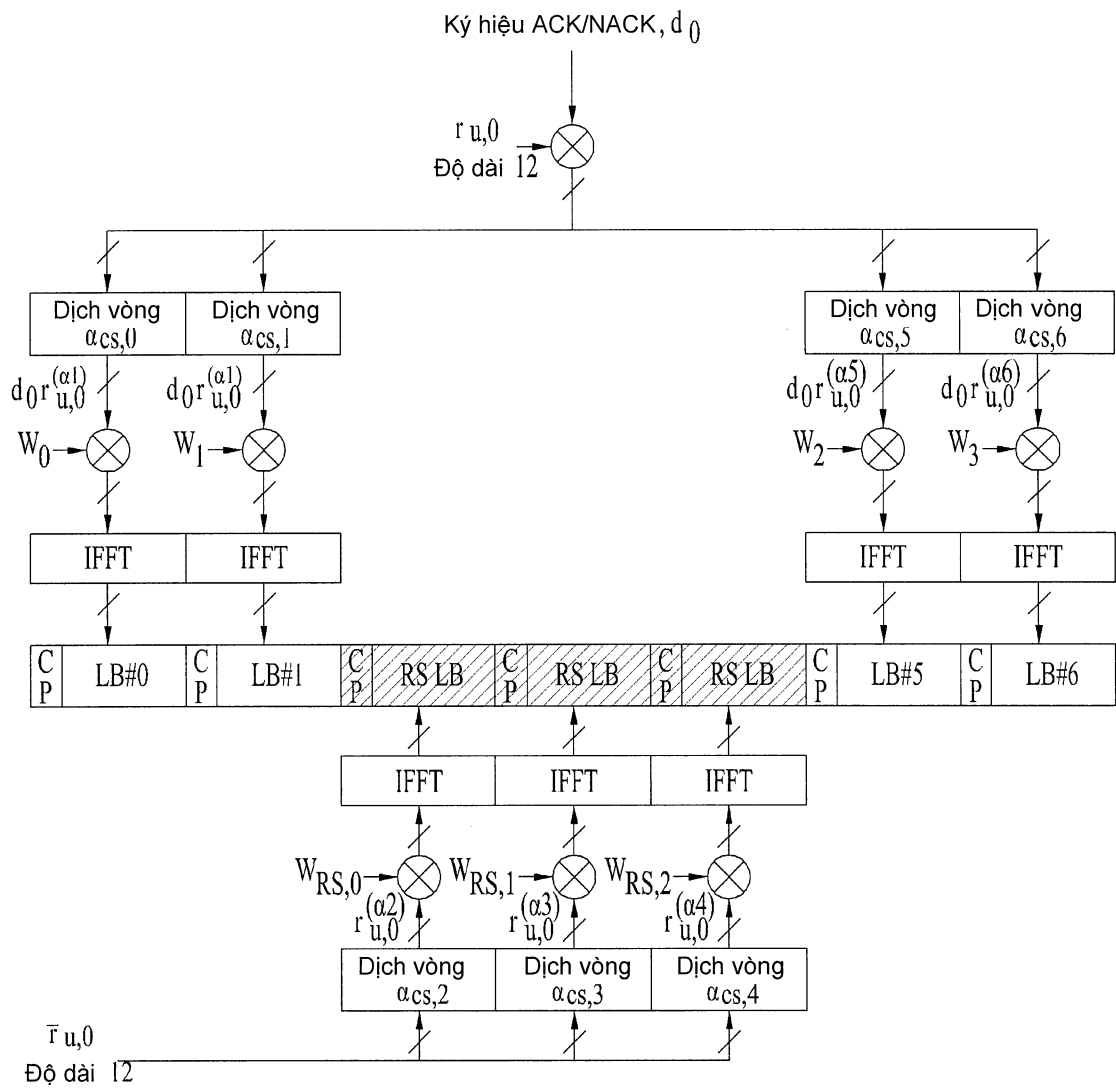


FIG. 10

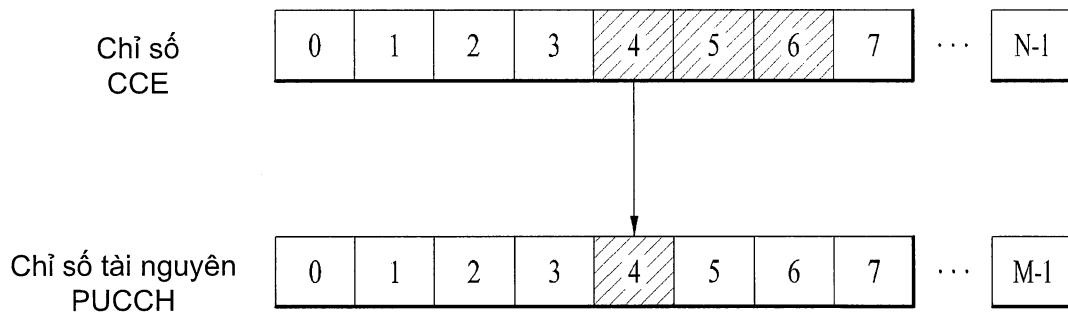


FIG. 11

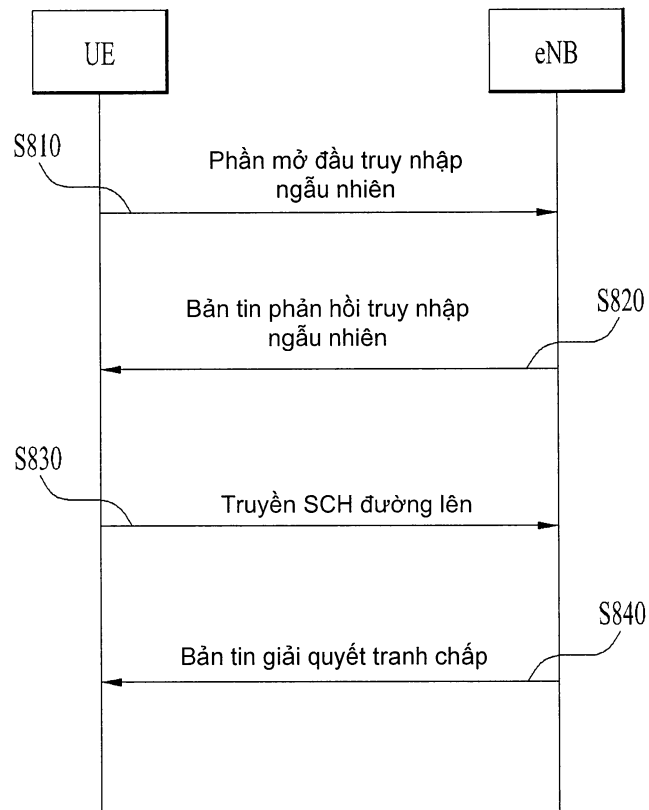


FIG. 12

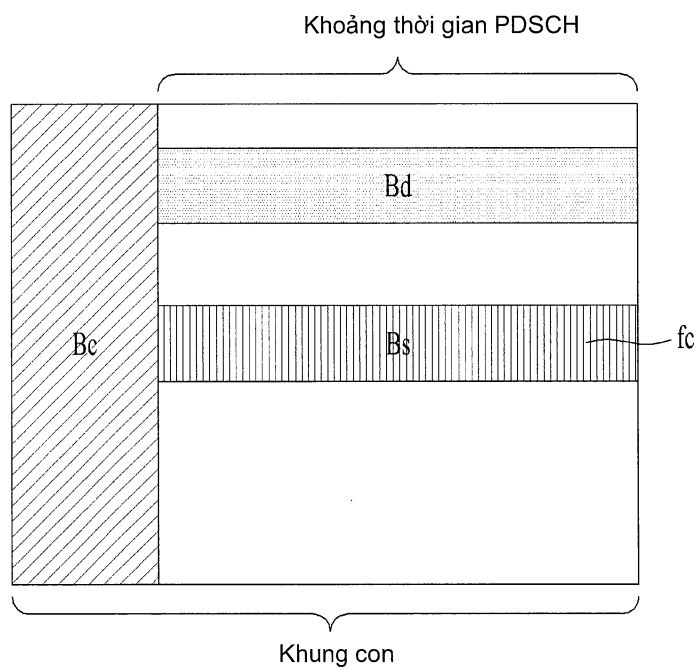
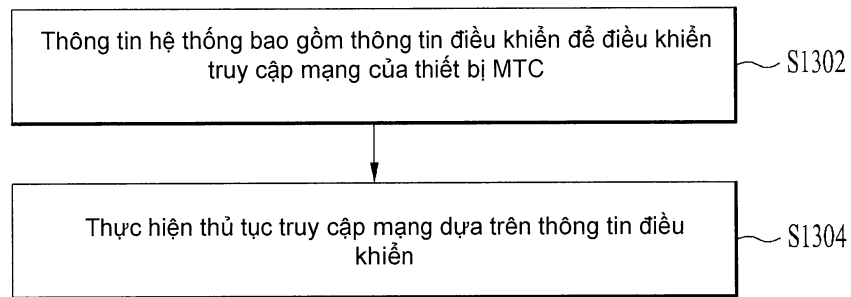


FIG. 13



*Nếu thông tin điều khiển cho phép truy cập mạng hoặc UE là UE kiểu không phải MTC, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để truy cập mạng có thể được thực hiện.

*Nếu thông tin điều khiển không cho phép truy cập mạng và UE là UE kiểu MTC, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên để truy cập mạng được bỏ qua hoặc được trì hoãn trong khoảng thời gian định trước

FIG. 14

