



(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)



1-0025566

(51)⁷ H04L 1/18; H04W 72/04; H04B 7/26

(13) B

(21) 1-2015-01418

(22) 31/10/2013

(86) PCT/KR2013/009774 31/10/2013

(87) WO 2014/069910 A1 08/05/2014

(30) 61/720,396 31/10/2012 US; 61/756,466 25/01/2013 US; 61/763,971 13/02/2013 US;
61/814,830 23/04/2013 US

(45) 25/09/2020 390

(43) 27/07/2015 328A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

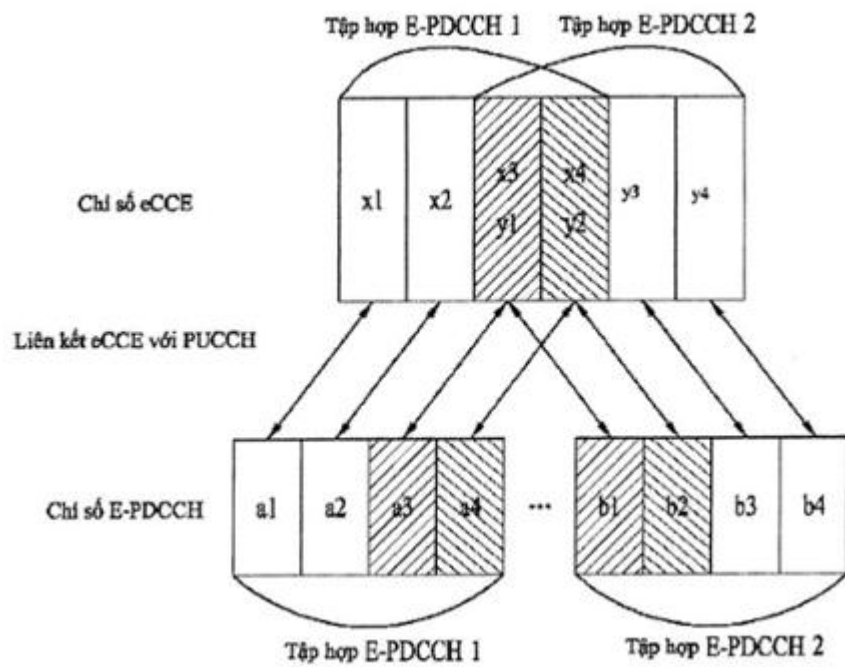
20 Yeouido-dong, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721, Republic of Korea

(72) YANG, Suckchel (KR); SEO, Hanbyul (KR); AHN, Joonkui (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG ĐỂ TRUYỀN HỒI ĐÁP YÊU
CẦU LẶP LẠI TỰ ĐỘNG LẠI

(57) Sáng chế đề cập đến truyền thông không dây và, cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền hồi đáp yêu cầu lặp tự động lại (hybrid automatic repeat request - HARQ) bởi UE trong hệ thống truyền thông không dây, và thiết bị truyền và thu thông tin điều khiển. Phương pháp này bao gồm bước thu tín hiệu E-PDCCH trên ít nhất một trong số các tập hợp kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced physical downlink control channel - E-PDCCH), mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm các đơn vị tài nguyên được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH; và truyền hồi đáp HARQ bằng cách sử dụng tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel - PUCCH) được xác định bằng cách sử dụng chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất trong số một hoặc nhiều đơn vị tài nguyên mang tín hiệu E-PDCCH, trong đó chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất được xác định trên cơ sở tập hợp E-PDCCH có chỉ số thấp nhất trong số các tập hợp E-PDCCH khi các điều kiện riêng được thỏa mãn.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây và, cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp truyền và thu thông tin điều khiển và thiết bị truyền và thu thông tin điều khiển.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây đã được phát triển rộng rãi để cung cấp các loại dịch vụ truyền thông khác nhau bao gồm các dịch vụ tiếng nói và dữ liệu. Nói chung, hệ thống truyền thông không dây là hệ thống đa truy cập hỗ trợ việc truyền thông giữa nhiều người dùng bằng cách chia sẻ các tài nguyên hệ thống sẵn có (dải thông, công suất truyền, vv.. chẳng hạn) trong số nhiều người dùng. Hệ thống đa truy cập có thể thông qua sơ đồ đa truy cập như CDMA (code division multiple access - đa truy cập phân chia theo mã, FDMA (frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số), TDMA (time division multiple access - đa truy cập phân chia theo thời gian), OFDMA (orthogonal frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số trực giao), hoặc SC-FDMA (single carrier frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang) chẳng hạn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề cần được sáng chế giải quyết

Mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết vấn đề đối với phương pháp truyền/thu thông tin điều khiển một cách hiệu quả trong hệ thống truyền thông không dây và thiết bị truyền và thu thông tin điều khiển. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp truyền/thu tín hiệu kênh điều khiển một cách hiệu quả và thiết bị truyền và thu thông tin điều khiển.

Các vấn đề được giải quyết bởi sáng chế không bị giới hạn ở các vấn đề

kỹ thuật ở trên và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu các vấn đề kỹ thuật khác từ phần mô tả dưới đây.

Cách thức giải quyết vấn đề

Có thể đạt được mục đích của sáng chế bằng cách đề xuất phương pháp truyền hồi đáp yêu cầu lặp tự động lai (hybrid automatic repeat request - HARQ) bởi UE trong hệ thống truyền thông không dây, phương pháp này bao gồm các bước: thu tín hiệu kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced physical downlink control channel - E-PDCCH) trên ít nhất một trong số tập hợp E-PDCCH, mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm các đơn vị tài nguyên được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH; và truyền hồi đáp HARQ bằng cách sử dụng tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel - PUCCH) được xác định bằng cách sử dụng chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất trong số một hoặc nhiều đơn vị tài nguyên mang tín hiệu E-PDCCH, trong đó chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất được xác định trên cơ sở tập hợp E-PDCCH có chỉ số thấp nhất trong số các tập hợp E-PDCCH khi các điều kiện riêng bao gồm i), ii) và iii) được thỏa mãn,

- i) các tập hợp E-PDCCH được xáo trộn với cùng trình tự,
- ii) UE được tạo cấu hình để giám sát các tùy chọn E-PDCCH có thuộc tính giống với tín hiệu E-PDCCH trong các tập hợp E-PDCCH,
- iii) các tùy chọn E-PDCCH tương ứng với tín hiệu E-PDCCH trong các tập hợp E-PDCCH được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý.

Theo một khía cạnh khác của sáng chế, được đề xuất ở đây là UE được tạo cấu hình để truyền hồi đáp HARQ trong hệ thống truyền thông không dây, UE bao gồm: đơn vị tần số radio (radio frequency - RF); và bộ xử lý, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để thu tín hiệu E-PDCCH trên ít nhất một trong số tập hợp E-PDCCH, mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm các đơn vị tài nguyên được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH và để truyền hồi đáp HARQ bằng cách sử dụng tài nguyên PUCCH được xác định bằng cách sử dụng chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất trong số một hoặc nhiều đơn vị tài nguyên mang tín

hiệu E-PDCCH, trong đó chỉ số của đơn vị tài nguyên thứ nhất được xác định trên cơ sở tập hợp E-PDCCH có chỉ số thấp nhất trong số các tập hợp E-PDCCH khi các điều kiện riêng bao gồm i), ii) và iii) được thỏa mãn,

- i) các tập hợp E-PDCCH được xáo trộn với cùng trình tự,
- ii) UE được tạo cấu hình để giám sát các tùy chọn E-PDCCH có thuộc tính giống với tín hiệu E-PDCCH trong các tập hợp E-PDCCH,
- iii) các tùy chọn E-PDCCH tương ứng với tín hiệu E-PDCCH trong các tập hợp E-PDCCH được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý.

Các tùy chọn E-PDCCH có thuộc tính giống với tín hiệu E-PDCCH có thể bao gồm các tùy chọn E-PDCCH có kích cỡ trường tải tin DCI giống với tín hiệu E-PDCCH.

Các tùy chọn E-PDCCH có thuộc tính giống với tín hiệu E-PDCCH có thể bao gồm các tùy chọn E-PDCCH có RNTI giống với tín hiệu E-PDCCH. Trong đó, RNTI có thể được sử dụng để xáo trộn CRC của tín hiệu E-PDCCH.

RNTI có thể bao gồm RNTI cho ô (cell-RNTI - C-RNTI) hoặc C-RNTI lập lịch bán cố định (semi-persistent scheduling - SPS).

Mỗi tập hợp E-PDCCH có thể bao gồm một hoặc nhiều khối tài nguyên vật lý (physical resource block - PRB).

Các đơn vị tài nguyên có thể bao gồm các phần tử kênh điều khiển nâng cao (enhanced control channel element - eCCE).

Phương pháp có thể còn bao gồm bước thu tín hiệu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH) được biểu thị bằng tín hiệu E-PDCCH, trong đó hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho PDSCH.

Khi tín hiệu E-PDCCH bao gồm thông tin chỉ báo giải phóng SPS, hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho E-PDCCH.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể truyền/thu một cách hiệu quả thông tin điều khiển trong hệ thống truyền thông không dây. Ngoài ra, có thể truyền/thu một cách hiệu quả tín hiệu kênh điều khiển.

Hiệu quả của sáng chế không bị giới hạn ở các hiệu quả nêu trên và các hiệu quả khác mà không được mô tả ở đây sẽ trở nên rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng từ phần mô tả dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Trên các hình vẽ:

Fig.1 minh họa các kênh vật lý được sử dụng trong LTE(-A) và phương pháp truyền tín hiệu bằng cách sử dụng các kênh vật lý này;

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

Fig.3 minh họa lưới tài nguyên của khe đường xuống;

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con đường xuống;

Fig.5 minh họa ví dụ về việc tạo cấu hình kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH) bởi thiết bị truyền;

Fig.6 minh họa ví dụ về việc xử lý PDCCH bằng thiết bị thu;

Fig.7 minh họa cấu trúc khung con đường lên;

Fig.8 minh họa ví dụ về việc ánh xạ vật lý định dạng PUCCH đối với vùng PUCCH;

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

Fig.10 minh họa việc xác định tài nguyên PUCCH đối với ACK/NACK;

Fig.11 minh họa hệ thống truyền thông CA (carrier aggregation - kết hợp sóng mang);

Fig.12 minh họa việc lập lịch sóng mang hai chiều;

Fig.13 minh họa ví dụ về việc cấp phát PDCCH nâng cao (enhanced PDCCH - E-PDCCH) tới vùng dữ liệu của khung con;

Fig.14 minh họa quy trình cấp phát các tài nguyên cho E-PDCCH và thu PDSCH;

Fig.15 minh họa tập hợp E-PDCCH;

Fig.16 minh họa vấn đề nảy sinh khi các tài nguyên PUCCH được cấp phát trong E-PDCCH dựa vào việc lập lịch;

Fig.17 minh họa sự cấp phát tài nguyên PUCCH khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình;

Fig.18 minh họa ví dụ về việc cấp phát các tài nguyên PUCCH khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình theo sáng chế;

Fig.19 minh họa ví dụ về việc cấp phát các tài nguyên PUCCH khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình trong TDD theo sáng chế; và

Fig.20 minh họa trạm cơ sở (base station - BS) và UE có thể áp dụng được với các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án của sáng chế có thể áp dụng được cho các kỹ thuật truy cập không dây khác nhau như CDMA (code division multiple access - đa truy cập phân chia theo mã, FDMA (frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số), TDMA (time division multiple access - đa truy cập phân chia theo thời gian), OFDMA (orthogonal frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số trực giao), và SC-FDMA (single carrier frequency division multiple access - đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang) chẳng hạn. CDMA có thể được thực hiện dưới dạng kỹ thuật radio như truy cập radio mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access - UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thực hiện dưới dạng kỹ thuật radio như GSM (Global System for Mobile communications - hệ thống truyền thông di động toàn cầu)/GPRS (General Packet Radio Service - dịch vụ radio

gói tổng quát)/EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution - các tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM) chẳng hạn. OFDMA có thể được thực hiện dưới dạng kỹ thuật radio như IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers - viện kỹ thuật điện và điện tử) 802.11 (Wireless Fidelity (Wi-Fi)), IEEE 802.16 (sự tương thích toàn cầu đối với truy cập vi sóng (Worldwide interoperability for Microwave Access - WiMAX)), IEEE 802.20, và UTRA phát triển (Evolved UTRA - E-UTRA) chẳng hạn. UTRA là một phần của các hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS). Dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3rd Generation Partnership Project - 3GPP), tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution - LTE) là một phần của UMTS phát triển (Evolved UMTS - E-UMTS) bằng cách sử dụng E-UTRA, sử dụng OFDMA cho đường xuống và SC-FDMA cho đường lên. LTE nâng cao (LTE-Advanced - LTE-A) phát triển từ 3GPP LTE.

Trong phần mô tả dưới đây, tập trung vào 3GPP LTE/LTE-A để làm rõ, đây chỉ là ví dụ và do vậy không nên được hiểu là giới hạn sáng chế. Cần lưu ý rằng, các thuật ngữ cụ thể được bộc lộ trong sáng chế được đề xuất để tiện mô tả và hiểu rõ hơn về sáng chế, và việc sử dụng các thuật ngữ cụ thể này có thể được thay đổi sang các định dạng khác trong phạm vi kỹ thuật và nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 minh họa các kênh vật lý được sử dụng trong LTE(-A) và phương pháp truyền tín hiệu bằng cách sử dụng các kênh vật lý này.

Dựa vào Fig.1, khi bật hoặc khi UE ban đầu đi vào ô, thì UE thực hiện tìm kiếm ô ban đầu bao gồm sự đồng bộ hóa với BS ở bước S101. Để tìm kiếm ô ban đầu, UE đồng bộ hóa với BS và có được thông tin như ký hiệu nhận dạng (Identifier - ID) ô bằng cách thu kênh đồng bộ hóa sơ cấp (primary synchronization channel - P-SCH) và kênh đồng bộ hóa thứ cấp (secondary synchronization channel - S-SCH) từ BS. Sau đó UE có thể thu thông tin phát rộng từ ô trên kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel - PBCH). Trong khi đó, UE có thể kiểm tra trạng thái kênh đường xuống bằng cách thu

tín hiệu tham chiếu đường xuống (downlink reference signal - DL RS) trong quá trình tìm kiếm ô ban đầu.

Sau khi tìm kiếm ô ban đầu, UE có thể thu được thông tin hệ thống cụ thể hơn bằng cách thu kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) và thu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH) dựa vào thông tin của PDCCH ở bước S102.

UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên để truy cập BS ở các bước từ S103 đến S106. Để truy cập ngẫu nhiên, UE có thể truyền phần mở đầu tới BS trên kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH) (S103) và thu thông báo đáp đối với phần mở đầu trên PDCCH và PDSCH tương ứng với PDCCH (S104). Trong trường hợp truy cập ngẫu nhiên dựa vào sự tranh chấp, thì UE có thể thực hiện thủ tục phân giải tranh chấp bằng cách truyền thêm PRACH (S105) và thu PDCCH và PDSCH tương ứng với PDCCH (S106).

Sau thu tục nêu trên, UE có thể thu PDCCH/PDSCH (S107) và truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH)/kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) (S108), dưới dạng thủ tục truyền tín hiệu đường lên/đường xuống tổng quát.

Fig.2 minh họa cấu trúc khung radio dùng trong LTE(-A). Việc truyền gói dữ liệu đường lên/đường xuống được thực hiện trên cơ sở từng khung con. Khung con được xác định là khoảng thời gian định trước bao gồm các ký tự. Cấu trúc khung radio loại 1 có thể áp dụng được cho FDD (Frequency Division Duplex - song công phân chia theo tần số) và cấu trúc khung radio loại 2 có thể áp dụng được cho TDD (Time Division Duplex - song công phân chia theo thời gian) được sử dụng.

Fig.2(a) minh họa cấu trúc khung radio loại 1. Khung con đường xuống bao gồm 10 khung con mà mỗi khung con này gồm có 2 khe trong miền thời gian. Thời gian để truyền khung con được xác định là khoảng thời gian truyền (TTI). Ví dụ, mỗi khung con có khoảng thời gian 1 mili giây và mỗi khe có

khoảng thời gian 0,5 mili giây. Khe bao gồm các ký tự OFDM trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (resource block - RB) trong dải tần. Vì đường xuống sử dụng OFDM trong 3GPP LTE(-A), ký tự OFDM biểu diễn khoảng thời gian ký tự. Ký tự OFDM có thể được gọi là ký tự SC-FDMA hoặc khoảng thời gian ký tự. RB là bộ cấp phát tài nguyên có thể bao gồm các sóng mang con liên tiếp trong một khe.

Số lượng các ký tự OFDM có trong một khe có thể phụ thuộc vào cấu hình tiền tố vòng (cyclic prefix - CP). Các CP bao gồm CP mở rộng và CP thường. Khi ký tự OFDM được tạo cấu hình với CP thường, chẳng hạn, số lượng các ký tự OFDM có trong một khe có thể là 7. Khi ký tự OFDM được tạo cấu hình với CP mở rộng, thì chiều dài của một ký tự OFDM tăng lên, và do vậy số lượng các ký tự OFDM có trong một khe nhỏ hơn số lượng các ký tự OFDM trong trường hợp CP thường. Trong trường hợp CP mở rộng, số lượng các ký tự OFDM được cấp phát tới một khe có thể là 6. Khi trạng thái kênh không ổn định, như trường hợp trong đó UE dịch chuyển ở tốc độ cao chẳng hạn, thì CP mở rộng có thể được sử dụng để làm giảm sự can nhiễu giữa các ký tự.

Khi CP thường được sử dụng, thì một khung con bao gồm 14 ký tự OFDM vì, vì một khe có 7 ký tự OFDM. Ba ký tự OFDM thứ nhất nhiều nhất trong mỗi khung con có thể được cấp phát tới PDCCH và các ký tự OFDM còn lại có thể được cấp phát tới PDSCH.

Fig.2(b) minh họa cấu trúc khung radio loại 2. Khung radio loại 2 bao gồm 2 nửa khung. Mỗi nửa khung bao gồm 4(5) khung con thường và 10 khung con đặc biệt. Các khung con thường được sử dụng cho việc đường lên hoặc đường xuống theo cấu hình UL-DL. Khung con bao gồm 2 khe.

Fig.3 minh họa lưới tài nguyên của khe đường xuống.

Dựa vào Fig.3, khe đường xuống bao gồm các ký tự OFDM trong miền thời gian. Một khe đường xuống có thể bao gồm 7(6) ký tự OFDM, và một khối tài nguyên (RB) có thể bao gồm 12 sóng mang con trong dải tần. Mỗi

phần tử trên lưới tài nguyên được gọi là phần tử tài nguyên (resource element - RE). Một RB bao gồm $12 \times 7(6)$ RE. Số NRB của các RB có trong khe đường xuống phụ thuộc vào dải thông truyền đường xuống. Cấu trúc của khe đường lên có thể giống với cấu trúc của khe đường xuống ngoại trừ các ký tự OFDM được thay thế bằng các ký tự SC-FDMA.

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con đường xuống.

Dựa vào Fig.4, tối đa là 3(4) ký tự OFDM nằm ở phần trước của khe thứ nhất trong khung con tương ứng với vùng điều khiển mà kênh điều khiển được cấp phát tới đó. Các ký tự OFDM còn lại tương ứng với vùng dữ liệu mà kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được cấp phát tới đó. Các ví dụ về các kênh điều khiển đường xuống được sử dụng trong LTE(-A) bao gồm kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (physical control format indicator channel - PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (physical hybrid ARQ indicator channel - PHICH), v.v..

PCFICH được truyền ở OFDM thứ nhất của khung con và mang thông tin liên quan đến số lượng các ký tự OFDM được sử dụng để truyền các kênh điều khiển trong khung con. PCFICH bao gồm 4 nhóm phần tử tài nguyên (resource element group - REG) mà được phân bố đồng đều trong vùng điều khiển. PCFICH chỉ báo các trị số từ 1 đến 3 (hoặc từ 2 đến 4) và được điều biến theo khóa di pha cầu phương (quadrature phase shift keying - QPSK). PHICH là sự hồi đáp của việc truyền đường lên và mang tín hiệu HARQ ACK/NACK. PHICH được cấp phát tới các REG khác các REG tương ứng với tín hiệu tham chiếu ô cụ thể (cell-specific reference signal - CRS) và PCFICH trong một hoặc nhiều ký tự OFDM được thiết lập theo thời khoảng PHICH. PHICH được cấp phát tới 3 REG được phân bố trong dải tần.

PDCCH được cấp phát tới các ký hiệu OFDM n thứ nhất (vùng điều khiển) của khung con. Trong đó, n là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 1 và được chỉ báo bởi PCFICH. Thông tin điều khiển được truyền trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI).

Các định dạng 0, 3, 3A và 4 để đường lên và các định dạng 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B và 2C để đường xuống được xác định là các định dạng DCI. Các định dạng DCI bao gồm một cách chọn lọc thông tin như cờ nhảy, sự cấp phát RB, MCS (Modulation Coding Scheme - sơ đồ mã hóa điều biến), RV (Redundancy Version - phiên bản dư thừa), NDI (New Data Indicator - ký hiệu chỉ báo dữ liệu mới), TPC (Transmit Power Control - điều khiển công suất truyền), DM RS (Demodulation Reference Signal - tín hiệu tham chiếu giải điều biến) dịch vòng, yêu cầu CQI (Channel Quality Information - thông tin chất lượng kênh), số tiến trình HARQ, TPMI (Transmitted Precoding Matrix Indicator - ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa được truyền), xác nhận PMI (Precoding Matrix Indicator - ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa) theo yêu cầu.

PDCCH có thể mang định dạng truyền và sự cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường xuống (downlink shared channel - DL-SCH), thông tin cấp phát tài nguyên của kênh chia sẻ đường lên (uplink shared channel - UL-SCH), thông tin tìm gọi trên kênh tìm gọi (paging channel - PCH), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về sự cấp phát tài nguyên của thông báo điều khiển lớp trên làm sự hồi đáp truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập hợp các lệnh điều khiển công suất Tx trên các UE riêng lẻ trong nhóm UE bất kỳ, lệnh điều khiển công suất Tx, thông tin về việc kích hoạt tiếng nói trên IP (voice over IP - VoIP), v.v.. BS xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE, và liên kết kiểm tra độ dư vòng (cyclic redundancy check - CRC) vào thông tin điều khiển. CRC được che bằng ký hiệu nhận dạng duy nhất (được gọi là ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (radio network temporary identifier - RNTI)) theo chủ sở hữu hoặc sử dụng PDCCH. Nếu PDCCH dùng cho UE riêng, sau đó ký hiệu nhận dạng duy nhất (ví dụ, RNTI cho ô (cell-RNTI - C-RNTI)) của UE có thể được che đối với CRC. Ngoài ra, nếu PDCCH dùng cho thông báo tìm gọi, sau đó ký hiệu nhận dạng tìm gọi (ví dụ, RNTI tìm gọi (paging-RNTI - P-RNTI)) có thể được che đối với CRC. Nếu PDCCH dùng cho thông tin hệ thống (cụ thể hơn, khối thông tin hệ thống

(system information block - SIB)), sau đó thông tin hệ thống RNTI (system information RNTI - SI-RNTI) có thể được che đối với CRC. Khi PDCCH dùng cho sự hồi đáp truy cập ngẫu nhiên, thì RNTI truy cập ngẫu nhiên (random access-RNTI - RA-RNTI) có thể được che đối với CRC.

Các PDCCH có thể được truyền trong một khung. Mỗi PDCCH được truyền bằng cách sử dụng một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển (control channel element - CCE) và mỗi CCE bao gồm 9 REG. Một REG tương ứng với 4 RE. CCE là đơn vị cấp phát logic được sử dụng để cấp tốc độ mã hóa dựa vào trạng thái kênh radio cho PDCCH. Định dạng PDCCH và số lượng các bit PDCCH được xác định bằng số lượng các CCE.

Bảng 1 thể hiện số lượng CCE, số lượng REG và số lượng các bit PDCCH theo định dạng PDCCH.

Bảng 1

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

Các CCE được đánh số liên tục. Để đơn giản hóa quá trình giải mã, thì việc truyền PDCCH có định dạng bao gồm n CCE có thể được bắt đầu bằng cách sử dụng nhiều CCE dưới dạng bội số của n. Số lượng CCE được sử dụng để truyền PDCCH riêng được xác định bởi BS theo điều kiện kênh. Ví dụ, nếu PDCCH dùng cho UE có kênh đường xuống chất lượng cao (ví dụ, kênh gần với BS), chỉ một CCE có thể được sử dụng để truyền PDCCH. Tuy nhiên, đối với UE có kênh chất lượng kém (ví dụ, kênh gần với biên ô), 8 CCE có thể được sử dụng để truyền PDCCH để đạt được đủ độ mạnh. Ngoài ra, mức công suất của PDCCH có thể được điều khiển theo điều kiện kênh.

LTE(-A) xác định các vị trí CCE trong tập hợp giới hạn mà trong đó các PDCCH có thể được định vị cho mỗi UE. Các vị trí CCE trong tập hợp giới hạn mà UE cần phải kiểm tra để phát hiện PDCCH được cấp phát vào đó có thể được gọi là ‘khoảng trống tìm kiếm (search space - SS)’. Trong đó, việc kiểm tra bao gồm bước giải mã mỗi tùy chọn PDCCH (giải mã mù). Khoảng trống tìm kiếm UE cụ thể (UE-specific search space - USS) và khoảng trống tìm kiếm chung (common search space - CSS) được xác định. USS được thiết lập trên UE và CSS được thiết đặt bằng nhau đối với các UE. USS và CSS có thể chồng lấp nhau. Điểm bắt đầu của USS được nhảy đối với UE cụ thể trong mỗi khung con. Khoảng trống tìm kiếm có thể có kích cỡ phụ thuộc vào định dạng PDCCH.

Bảng 2 thể hiện các kích cỡ của USS và CSS.

Bảng 2

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

Để giám sát khối lượng tính toán của việc giải mã mù dựa vào số lượng các quá trình giải mã mù tới mức thích hợp, UE không cần phải tìm kiếm đồng thời đối với tất cả các định dạng DCI đã được xác định. Nói chung, UE tìm kiếm các định dạng 0 và 1A ở tất cả các lần trong USS. Các định dạng 0 và 1A có kích cỡ giống nhau và được phân biệt với nhau bằng cờ trong thông báo. UE có thể cần phải thu định dạng bổ sung (ví dụ, định dạng 1, 1B hoặc 2 theo chế độ truyền PDSCH được thiết lập bởi BS). UE tìm kiếm các định dạng 1A và 1C trong CSS. Hơn nữa, UE có thể được thiết đặt để tìm kiếm định dạng 3 hoặc 3A. Các định dạng 3 và 3A có kích cỡ giống với kích cỡ của các định dạng 0 và 1A và có thể được phân biệt với nhau bằng cách phân biệt CRC với

các ký hiệu nhận dạng (chung) khác ký hiệu nhận dạng riêng UE. Các sơ đồ truyền PDSCH và nội dung thông tin của các định dạng DCI theo chế độ truyền (TM) được bố trí dưới đây.

Chế độ truyền

- Chế độ truyền 1: truyền từ cổng anten của trạm cơ sở đơn
- Chế độ truyền 2: truyền phân tập
- Chế độ truyền 3: dồn kênh không gian vòng hở
- Chế độ truyền 4: dồn kênh không gian vòng kín
- Chế độ truyền 5: MIMO nhiều người dùng (đa đầu vào đầu ra)
- Chế độ truyền 6: tiền mã hóa mức vòng kín 1
- Chế độ truyền 7: truyền bằng cổng anten đơn (cổng 5)
- Chế độ truyền 8: truyền hai lớp (các cổng 7 và 8) hoặc truyền bằng cổng anten đơn (cổng 7 hoặc 8)
- Các chế độ truyền 9 và 10: truyền qua tới 8 lớp (các cổng từ 7 đến 14) hoặc truyền bằng cổng anten đơn (cổng 7 hoặc 8)

Định dạng DCI

- Định dạng 0: cấp phát tài nguyên để truyền PUSCH
- Định dạng 1: gán tài nguyên cho sự truyền PDSCH từ mã đơn (các chế độ truyền 1, 2 và 7)
- Định dạng 1A: truyền tín hiệu thu gọn gán tài nguyên cho PDSCH từ mã đơn (tất cả các chế độ)
- Định dạng 1B: gán tài nguyên thu gọn đối với PDSCH bằng cách sử dụng chế độ tiền mã hóa vòng kín loại 1 (chế độ 6)
- Định dạng 1C: gán tài nguyên rất gọn cho PDSCH (ví dụ, thông tin hệ thống tìm gọi/phát rộng)
- Định dạng 1D: gán tài nguyên thu gọn cho PDSCH bằng cách sử dụng

MIMO nhiều người dùng (chế độ 5)

- Định dạng 2: gán tài nguyên cho PDSCH cho hoạt động MIMO vòng kín (chế độ 4)
- Định dạng 2A: gán tài nguyên cho PDSCH cho hoạt động MIMO vòng mở (chế độ 3)
- Định dạng 3/3A: các lệnh điều khiển công suất đối với PUCCH và PUSCH với các sự điều chỉnh công suất 2-bit/1-bit
- Định dạng 4: cấp phát tài nguyên cho việc truyền PUSCH trong ô được thiết lập thành chế độ truyền công đa anten

Các định dạng DCI có thể được phân loại thành định dạng dành riêng TM và định dạng chung TM. Định dạng dành riêng TM là định dạng DCI được thiết đặt chỉ đối với TM tương ứng và định dạng chung TM là định dạng DCI thường được thiết đặt cho tất cả TM. Ví dụ, định dạng DCI 2B có thể tương ứng với, định dạng DCI dành riêng TM trong trường hợp của TM8, định dạng DCI 2C có thể tương ứng với, định dạng DCI dành riêng TM trong trường hợp của TM9, định dạng DCI 2D có thể tương ứng với, định dạng DCI dành riêng TM trong trường hợp của TM10. Định dạng DCI 1A có thể là định dạng DCI chung TM.

Fig.5 minh họa ví dụ về việc tạo cấu hình PDCCH trong thiết bị truyền (ví dụ, BS).

Dựa vào Fig.5, BS tạo ra thông tin điều khiển theo định dạng DCI. BS có thể chọn một trong các định dạng DCI (các định dạng DCI 1, 2, ..., N) theo thông tin điều khiển được gửi tới UE. CRC để phát hiện lỗi được liên kết với thông tin điều khiển được tạo ra theo định dạng DCI ở bước S510. CRC được che bằng ký hiệu nhận dạng (ví dụ, ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI)) theo chủ sở hữu hoặc mục đích của PDCCH. Nói cách khác, PDCCH được xáo trộn CRC bằng ký hiệu nhận dạng (ví dụ, RNTI).

Bảng 3 thể hiện các ví dụ về việc ký hiệu nhận dạng che PDCCH.

Bảng 3

Loại	Ký hiệu nhận dạng	Mô tả
UE cụ thể	C-RNTI, TC-RNTI,	được sử dụng để nhận dạng UE duy nhất
Chung	P-RNTI	được sử dụng để thông báo tìm gọi
	SI-RNTI	được sử dụng cho thông tin hệ thống
	RA-RNTI	được sử dụng cho hồi đáp truy cập ngẫu nhiên

PDCCH mang thông tin điều khiển đối với UE riêng khi C-RNTI, C-RNTI tạm thời (temporary C-RNTI - TC-RNTI) hoặc C-RNTI lập lịch bán cố định (semi-persistent scheduling C-RNTI - SPS C-RNTI) được sử dụng và mang thông tin điều khiển chung được thu bởi tất cả UE trong ô khi các RNTI còn lại được sử dụng. Việc mã hóa kênh được thực hiện trên thông tin điều khiển có CRC gắn kèm để tạo ra thông tin điều khiển đã được mã hóa ở bước S520. Thông tin điều khiển đã được mã hóa có thể được giải so khớp tốc độ theo mức kết hợp CCE đã được cấp phát. Thông tin điều khiển đã được mã hóa được xáo trộn ở bước S530. Việc xáo trộn được áp dụng cho thông tin điều khiển dồn kênh và có thể được thực hiện như sau.

Thông tin điều khiển đã được mã hóa (ví dụ, DCI đã được mã hóa (bao gồm CRC đã được che)) được truyền trên mỗi kênh điều khiển (tức là, PDCCH) được xác định là trình tự bit $b^{(i)}(0), \dots, b^{(i)}(M_{\text{bit}}^{(i)} - 1)$. Trong đó, $M_{\text{bit}}^{(i)}$ biểu thị số lượng các bit được truyền trên PDCCH #i của khung con. Trong trường hợp này, thông tin điều khiển đã được dồn kênh được đưa ra như sau.

$b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{\text{bit}}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{\text{bit}}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(0), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(M_{\text{bit}}^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)} - 1)$
 Trong đó, n_{PDCCH} biểu thị số lượng các PDCCH được truyền trong khung con.

$b^{(0)}(0), \dots, b^{(0)}(M_{\text{bit}}^{(0)} - 1), b^{(1)}(0), \dots, b^{(1)}(M_{\text{bit}}^{(1)} - 1), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(0), \dots, b^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)}(M_{\text{bit}}^{(n_{\text{PDCCH}} - 1)} - 1)$
 được xáo trộn với trình tự ô cụ thể được biến đổi thành trình tự bit đã được xáo trộn $\tilde{b}(0), \dots, \tilde{b}(M_{\text{tot}} - 1)$. M_{tot} biểu thị số bit (hoặc chiều dài) của thông tin điều

khiến đã được dồn kênh hoặc số bit (hoặc chiều dài) của trình tự bit đã được xáo trộn.

Việc xáo trộn có thể được thực hiện theo phương trình sau.

Phương trình 1

$$\tilde{b}(i) = (b(i) + c(i)) \bmod 2$$

Trong đó, $i = 0, 1, \dots, M_{\text{tot}}$, chế độ biểu thị phép toán môđun, và trình tự xáo trộn $c(i)$ thu được bằng cách sử dụng phương trình sau.

Phương trình 2

$$\begin{aligned} c(n) &= (x_1(n + N_C) + x_2(n + N_C)) \bmod 2 \\ x_1(n + 31) &= (x_1(n + 3) + x_1(n)) \bmod 2 \\ x_2(n + 31) &= (x_2(n + 3) + x_2(n + 2) + x_2(n + 1) + x_2(n)) \bmod 2 \end{aligned}$$

Trong đó, $n = 0, 1, \dots, M_{\text{PN}} - 1$, M_{PN} biểu thị chiều dài chuỗi, $N_C = 1600$, $x_1(0) = 1, x_1(n) = 0, n = 1, 2, \dots, 30$ và $c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$.

c_{init} là trị số ban đầu được sử dụng để tạo ra trình tự xáo trộn và tương ứng với $\lfloor n_s/2 \rfloor 2^9 + N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$. Trong đó, n_s là số khe trong khung radio, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ là ký hiệu nhận dạng ô vật lý, và $\lfloor \rfloor$ chỉ báo chức năng sàn. Bộ tạo trình tự xáo trộn theo phương trình 2 có thể được thiết lập ban đầu đối với c_{init} trên khung con.

Thông tin điều khiển đã được xáo trộn được điều biến để tạo ra các ký hiệu điều biến ở bước S540. Các ký hiệu điều biến tạo thành một PDCCH có thể có một trong số các mức kết hợp CCE 1, 2, 4 và 8. Các ký hiệu điều biến được ánh xạ với các RE (ánh xạ CCE với RE) ở bước S550.

Fig.6 minh họa ví dụ về việc xử lý PDCCH bằng thiết bị thu (ví dụ, UE).

Dựa vào Fig.6, UE giải ánh xạ các RE đối với các CCE (giải ánh xạ CCE đối với RE) ở bước S610. Vì UE không biết mức kết hợp CCE mà PDCCH sẽ được thu tại đó, UE giải điều biến thông tin điều khiển trên mức kết hợp CCE ở bước S620. UE có thể giải so khớp tốc độ thông tin điều khiển

được giải điều biến. Trong trường hợp này, UE có thể giải so khớp thông tin điều khiển được giải điều biến trên định dạng DCI (hoặc kích cỡ trường tải tin DCI) vì UE không biết định dạng DCI (hoặc kích cỡ trường tải tin DCI) của thông tin điều khiển mà UE cần phải thu.

UE giải xáo trộn thông tin điều khiển được giải điều biến $\tilde{b}(i)$ để tạo ra thông tin điều khiển được giải xáo trộn $b(i)$ ở bước S630. Việc giải xáo trộn có thể được thực hiện theo phương trình sau. $\tilde{b}(i)$ và $b(i)$ như được xác định ở trên.

Phương trình 3

$$b(i) = (\tilde{b}(i) + c(i)) \bmod 2$$

Trong đó, trình tự xáo trộn $c(i)$ thu được bằng cách sử dụng phương trình 2.

UE thực hiện việc giải mã kênh trên thông tin điều khiển được giải xáo trộn $b(i)$ theo lưu lượng mã và kiểm tra CRC để phát hiện lỗi ở bước S640. Để giám sát lỗi CRC, UE thực hiện việc giải xáo trộn (hoặc bỏ che) với ký hiệu nhận dạng được thể hiện trong Bảng 3. Khi lỗi không được phát hiện, thì UE phát hiện PDCCH của nó. Khi lỗi được phát hiện, thì UE liên tục thực hiện việc giải mã mù đối với các mức kết hợp CCE khác hoặc các định dạng DCI khác (hoặc các kích cỡ trường tải tin DCI). Khi phát hiện PDCCH của nó, thì UE tách CRC khỏi thông tin điều khiển đã được giải mã để thu được thông tin điều khiển ở bước S650.

Fig.7 minh họa cấu trúc khung con đường lên được sử dụng trong LTE.

Dựa vào Fig.7, khung con đường lên bao gồm các (ví dụ, 2) khe. Khe có thể bao gồm các ký tự SC-FDMA khác nhau theo các chiều dài CP. Khung con đường lên được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong dải tần. Vùng dữ liệu được cấp phát với PUSCH và được sử dụng để mang tín hiệu dữ liệu như dữ liệu audio chẳng hạn. Vùng điều khiển được cấp phát PUCCH và được sử dụng để mang thông tin điều khiển đường lên (UCI). PUCCH bao gồm cặp RB nằm ở cả hai đầu của vùng dữ liệu trong dải tần và được truyền ở

biên khe.

PUCCH có thể được sử dụng để truyền thông tin điều khiển sau.

- SR (scheduling request - yêu cầu lập lịch): Đây là thông tin được sử dụng để yêu cầu tài nguyên UL-SCH và được truyền bằng cách sử dụng sơ đồ khóa On-Off (On-Off Keying - OOK).

- HARQ ACK/NACK: đây là tín hiệu hồi đáp lại khối dữ liệu đường xuống (ví dụ, khối truyền hoặc từ mã) trên PDSCH và chỉ báo liệu khối dữ liệu đường xuống đã được thu thành công không. Tín hiệu 1-bit ACK/NACK được truyền dưới dạng hồi đáp tới từ mã đường xuống đơn và tín hiệu 2-bit ACK/NACK được truyền dưới dạng hồi đáp tới hai từ mã đường xuống. Hồi đáp HARQ có thể được sử dụng có thể hoán đổi nhau với HARQ ACK/NACK hoặc HARQ-ACK.

- CQI (channel quality indicator - ký hiệu chỉ báo chất lượng kênh): đây là thông tin phản hồi về kênh đường xuống. Thông tin phản hồi về đa đầu vào đầu ra (Multiple Input Multiple Output - MIMO) bao gồm RI (rank indicator - ký hiệu chỉ báo hạng) và PMI (precoding matrix indicator - ký hiệu chỉ báo ma trận tiền mã hóa). 20 bit được sử dụng trên một khung con.

Số lượng thông tin điều khiển (UCI) mà UE có thể truyền qua khung con phụ thuộc vào số lượng các ký tự SC-FDMA sẵn có để truyền thông tin điều khiển. Các ký tự SC-FDMA khả dụng để truyền thông tin điều khiển tương ứng với các ký tự SC-FDMA khác các ký tự SC-FDMA của khung con, mà được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu. Trong trường hợp khung con mà trong đó tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal - SRS) được tạo cấu hình, ký tự SC-FDMA cuối cùng của khung con được loại trừ khỏi các ký tự SC-FDMA sẵn có để truyền thông tin điều khiển. Tín hiệu tham chiếu được sử dụng để phát hiện sự phù hợp của PUCCH. PUCCH hỗ trợ định dạng 7 theo thông tin được truyền trên đó.

Bảng 4 thể hiện mối quan hệ ánh xạ giữa các định dạng PUCCH và UCI trong LTE.

Bảng 4

Định dạng PUCCH	UCI (Uplink Control Information - thông tin điều khiển đường lên)
Định dạng 1	SR (Scheduling Request - yêu cầu lập lịch) (dạng sóng không được điều biến)
Định dạng 1a	1-bit HARQ ACK/NACK (SR có/không có)
Định dạng 1b	2-bit HARQ ACK/NACK (SR có/không có)
Định dạng 2	CQI (20 bit được mã hóa)
Định dạng 2	CQI và 1- hoặc 2-bit HARQ ACK/NACK (20 bit) (tương ứng với chỉ CP mở rộng)
Định dạng 2a	CQI và 1-bit HARQ ACK/NACK (20+1 bit được mã hóa)
Định dạng 2b	CQI và 2-bit HARQ ACK/NACK (20+2 bit được mã hóa)

Fig.8 minh họa ví dụ về việc ánh xạ vật lý các định dạng PUCCH đối với các vùng PUCCH.

Dựa vào Fig.8, các định dạng PUCCH được ánh xạ đối với các RB theo trật tự của các định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) (ví dụ, vùng PUCCH $m=0, 1$), các định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) hoặc các định dạng PUCCH 1/1a/1b (SR/HARQ ACK/NACK) (ví dụ, vùng PUCCH $m=2$ nếu có) và các định dạng PUCCH 1/1a/1b (SR/HARQ ACK/NACK) (ví dụ, vùng PUCCH $m=3, 4, 5$) từ giới hạn của dải băng tới phía trong và được truyền. Số lượng $N_{RB}^{(2)}$ của các PUCCH RB mà có thể được sử dụng đối với định dạng PUCCH 2/2a/2b (CQI) được tìm gọi tới UE qua việc tìm gọi phát rộng trong ô.

Fig.9 minh họa các cấu trúc mức khe của các định dạng PUCCH 1a/1b. Các định dạng PUCCH 1a/1b được sử dụng để truyền ACK/NACK. Trong trường hợp CP thường, các ký tự SC-FDMA #2, #3 và #4 được sử dụng để truyền DMRS. Trong trường hợp CP mở rộng, các ký tự SC-FDMA #2 và #3 được sử dụng để truyền DMRS. Theo đó, 4 các ký tự SC-FDMA trong khe được sử dụng để truyền ACK/NACK. Định dạng PUCCH 1a/1b được gọi là định dạng PUCCH 1 để thuận tiện trong việc mô tả.

Dựa vào Fig.9, thông tin ACK/NACK 1-bit $[b(0)]$ và 2-bit $[b(0)b(1)]$ lần

lượt được điều biến theo sơ đồ điều biến BPSK và QPSK, để tạo ra một ký hiệu điều biến ACK/NACK d_0 . Mỗi bit $[b(i), i=0, 1]$ của thông tin ACK/NACK chỉ báo hồi đáp HARQ đối với khối truyền DL tương ứng, tương ứng với 1 trong trường hợp ACK dương và tương ứng với 0 trong trường hợp ACK phủ định (NACK). Các định dạng PUCCH 1a/1b thực hiện việc mở rộng miền thời gian bằng cách sử dụng mã mở rộng trực giao W_0, W_1, W_2, W_3 , (ví dụ, Walsh-Hadamard hoặc mã DFT) ngoài sự dịch vòng $\alpha_{cs,x}$ trong dải tần. Trong trường hợp các định dạng PUCCH 1a/1b, số lượng lớn các UE có thể được dồn kênh trên cùng PUCCH RB bởi vì việc dồn kênh mã được sử dụng trong cả miền tần số và miền thời gian.

Fig.10 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH đối với ACK/NACK. Trong LTE, các tài nguyên PUCCH đối với ACK/NACK được chia sẻ bởi các UE trong ô mỗi khi các UE cần các tài nguyên PUCCH khác được cấp phát tới các UE trước. Cụ thể, tài nguyên PUCCH được sử dụng cho UE để truyền tín hiệu ACK/NACK tương ứng với PDCCH mà trên đó lập lịch thông tin cho dữ liệu DL tương ứng. Vùng trong đó PDCCH được truyền trong khung DL được tạo cấu hình với các phần tử kênh điều khiển (CCE), và PDCCH được truyền trong khung DL tới UE được tạo cấu hình với một hoặc nhiều CCE. UE truyền ACK/NACK qua tài nguyên PUCCH tương ứng với với một (ví dụ, CCE thứ nhất) trong số các CCE cụ thể tạo thành PDCCH.

Dựa vào Fig.10, mỗi khối trong sóng mang thành phần đường xuống (downlink component carrier - DL CC) biểu diễn CCE và mỗi khối trong sóng mang thành phần đường lên (uplink component carrier - UL CC) chỉ báo tài nguyên PUCCH. Mỗi chỉ số PUCCH tương ứng với tài nguyên PUCCH đối với ACK/NACK. Nếu thông tin đối với PDSCH được phân phối trên PDCCH bao gồm các CCE #4, #5 và #6, như được thể hiện trên Fig.10, sau đó UE truyền tín hiệu ACK/NACK trên PUCCH #4 tương ứng với CCE #4, CCE thứ nhất của PDCCH. Fig.10 minh họa trường hợp trong đó M PUCCH tuyệt đối có mặt trong UL CC khi N CCE tuyệt đối có trong DL CC. Mặc dù N có thể bằng M, nhưng N có thể khác M và các CCE được ánh xạ tới các PUCCH theo

cách chồng lấp nhau.

Cụ thể, chỉ số tài nguyên PUCCH trong LTE được xác định như sau.

Phương trình 1

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

Trong đó, $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu diễn chỉ số tài nguyên của định dạng PUCCH 1 để truyền ACK/NACK/DTX, $N^{(1)}_{\text{PUCCH}}$ biểu thị trị số tìm gọi thu được từ lớp cao hơn, và n_{CCE} biểu thị trị số nhỏ nhất của các chỉ số CCE được sử dụng để truyền PDCCH. Sự dịch vòng, mã che trực giao (hoặc mã mở rộng trực giao) và PRB (khối tài nguyên vật lý) đối với định dạng PUCCH 1 thu được từ $n^{(1)}_{\text{PUCCH}}$.

Khi hệ thống LTE hoạt động trong TDD, thì UE truyền tín hiệu ACK/NACK được dồn kênh đơn đối với các PDSCH thu được qua các khung con khác nhau. Cụ thể, UE truyền tín hiệu ACK/NACK được dồn kênh đối với các PDSCH bằng cách sử dụng sự lựa chọn PUCCH. Sự lựa chọn PUCCH được gọi là sự lựa chọn ACK/NACK. Khi UE thu các dữ liệu DL trong sơ đồ lựa chọn PUCCH, UE chiếm các kênh vật lý UL để truyền tín hiệu ACK/NACK được dồn kênh. Ví dụ, khi UE thu các PDSCH, UE có thể chiếm số lượng các PUCCH giống với các PDSCH bằng cách sử dụng CCE cụ thể của PDCCH mà chỉ báo mỗi PDSCH. Trong trường hợp này, UE có thể truyền tín hiệu ACK/NACK được dồn kênh bằng cách sử dụng chúng một trong số các PUCCH đã chiếm được chọn và các kết quả được điều biến/được mã hóa được áp dụng cho PUCCH đã chọn.

Bảng 5 thể hiện sơ đồ lựa chọn PUCCH được xác định trong LTE.

Bảng 5

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	Khung con	
	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},i}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,0

NACK/DTX,NACK/DTX,NACK,DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1,1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,0
NACK, DTX, DTX, DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1,0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	1,0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	0,1
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	1,1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0,1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	0,1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$	1,1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	0,1
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	0,0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	1,0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	1,0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},1}$	0,1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	0,1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},2}$	0,0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$	0,0
DTX, DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

Trong Bảng 5, HARQ-ACK(i) chỉ báo kết quả HARQ ACK/NACK/DTX của đơn vị dữ liệu thứ i ($0 \leq i \leq 3$). Các kết quả của HARQ ACK/NACK/DTX bao gồm ACK, NACK, DTX (truyền gián đoạn) và NACK/DTX. DTX biểu diễn trường hợp trong đó đơn vị dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i) không có mặt hoặc UE không phát hiện đơn vị dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i). 4 tài nguyên PUCCH cực đại (tức là, từ $n^{(1)}_{\text{PUCCH},0}$ đến $n^{(1)}_{\text{PUCCH},3}$) có thể được chiếm cho mỗi đơn vị dữ liệu. Tín hiệu ACK/NACK được dồn kênh được truyền qua một tài nguyên PUCCH được chọn từ các tài nguyên PUCCH đã chiếm. Trong Bảng 5, $n^{(1)}_{\text{PUCCH},X}$ biểu diễn tài nguyên PUCCH được sử dụng để truyền ACK/NACK, và $b(0)b(1)$ chỉ báo

hai bit được truyền qua tài nguyên PUCCH đã chọn, mà được điều biến bằng cách sử dụng QPSK. Ví dụ, khi UE có 4 đơn vị dữ liệu được giải mã một cách thành công, UE truyền các bit (1, 1) tới BS qua tài nguyên PUCCH được liên kết với $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Vì các sự kết hợp của các tài nguyên PUCCH và các ký hiệu QPSK không thể biểu thị tất cả các giả định ACK/NACK sẵn có, nên NACK và DTX được ghép lại trừ một số trường hợp (NACK/DTX, N/D).

Fig.11 minh họa hệ thống truyền thông kết hợp sóng mang (CA).

Dựa vào Fig.11, các sóng mang thành phần UL/DL (các CC) có thể được kết hợp để hỗ trợ dải thông UL/DL rộng hơn. Các CC có thể là có liên quan hoặc không liên quan trong dải tần. Các dải thông của các CC có thể được xác định một cách độc lập. CA đối xứng trong đó số lượng các UL CC khác với số lượng các DL CC có thể được cài đặt. Thông tin điều khiển có thể được truyền/thu chỉ qua CC riêng. CC riêng này có thể được gọi là CC sơ cấp và các CC khác có thể được gọi là các CC thứ cấp. Ví dụ, khi việc lập lịch sóng mang chéo (hoặc việc lập lịch CC chéo) được áp dụng, thì PDCCH để cấp phát đường xuống có thể được truyền trên DL CC #0 và PDSCH tương ứng với nó có thể được truyền trên DL CC #2. Thuật ngữ “sóng mang thành phần” có thể được thay thế bằng các thuật ngữ tương đương khác (ví dụ, “sóng mang”, “ô”, v.v.).

Đối với việc lập lịch CC chéo, trường chỉ báo sóng mang (carrier indicator field - CIF) được sử dụng. Sự có mặt hoặc vắng mặt của CIF trong PDCCH có thể được xác định bằng cách báo tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ, báo tín hiệu RRC) bán tĩnh và UE cụ thể (hoặc nhóm UE cụ thể). Tuyến tham chiếu truyền PDCCH được tóm tắt như sau.

■ CIF được bất hoạt: PDCCH trên DL CC được sử dụng để cấp phát tài nguyên PDSCH trên cùng DL CC hoặc tài nguyên PUSCH trên UL CC liên kết.

- Không có CIF

■ CIF được cho phép: PDCCH trên DL CC có thể được sử dụng để cấp

phát tài nguyên PDSCH hoặc PUSCH trên DL/UL CC riêng từ giữa các DL/UL CC đã được kết hợp bằng cách sử dụng CIF.

- Định dạng LTE DCI được mở rộng để có CIF

- CIF tương ứng với trường x-bit cố định (ví dụ, $x=3$) (khi CIF được thiết lập)

- Vị trí CIF được cố định bất luận kích cỡ định dạng DCI (khi CIF được thiết lập)

Khi CIF có mặt, thì BS có thể cấp phát (tập hợp) DL CC giám sát để giảm độ phức tạp BD của UE. Để lập lịch PDSCH/PUSCH, thì UE có thể phát hiện/giải mã PDCCH chỉ trên các DL CC tương ứng. BS có thể truyền PDCCH chỉ qua (tập hợp) DL CC giám sát. (Tập hợp) DL CC giám sát có thể là tập hợp UE-cụ thể, UE nhóm cụ thể hoặc ô cụ thể.

Fig.12 minh họa trường hợp trong đó 3 DL CC được kết hợp và DL CC A được thiết lập cho DL CC giám sát. Khi CIF được bắt hoạt, thì mỗi DL CC có thể truyền chỉ PDCCH mà bao gồm PDSCH tương ứng với DL CC mà không có CIF theo quy tắc LTE PDCCH. Khi CIF được cho phép thông qua việc báo tín hiệu lớp cao hơn, thì chỉ DL CC A có thể truyền không những PDCCH của DL CC A mà còn các PDCCH của các DL CC khác bằng cách sử dụng CIF. PDCCH không được truyền trên DL CC B và DL CC C mà không được thiết đặt đối với DL CC giám sát. Trong đó, thuật ngữ “DL CC giám sát” có thể được thay thế bằng các thuật ngữ tương đương như “sóng mang giám sát”, “ô giám sát”, “sóng mang lập lịch”, “ô lập lịch”, “sóng mang phục vụ”, “ô phục vụ”, v.v. chẳng hạn. DL CC mà trên đó PDSCH tương ứng với PDCCH được truyền và UL CC mà trên đó PUSCH tương ứng với PUCCH được truyền có thể được gọi là sóng mang được lập lịch, ô được lập lịch, v.v..

Trong trường hợp các sóng mang FDD DL và các khung con TDD DL, ký hiệu OFDM thứ nhất của mỗi khung con được sử dụng cho các kênh vật lý, PDCCH, PHICH, PCFICH, v.v.. để truyền thông tin điều khiển, và các ký hiệu OFDM khác được sử dụng để truyền PDSCH. Số lượng các ký hiệu được

sử dụng để truyền kênh điều khiển trong mỗi khung con được báo tín hiệu động tới UE qua kênh vật lý như PCFICH chẳng hạn hoặc thông qua một cách bán tĩnh việc báo tín hiệu RRC. Trị số n có thể được thiết đặt thành từ 1 đến 4 ký hiệu theo đặc tính khung con và các đặc tính hệ thống (FDD/TDD, băng rộng của hệ thống, v.v.). PDCCH được sử dụng để lập lịch DL/UL và truyền thông tin điều khiển trong LTE được truyền qua các ký hiệu OFDM giới hạn. Theo đó, LTE-A giới thiệu PDCCH (E-PDCCH) nâng cao mà được dồn kênh linh hoạt với PDSCH theo FDM.

Fig.13 minh họa ví dụ về việc cấp phát E-PDCCH tới khung con.

Dựa vào Fig.13, PDCCH (được gọi là PDCCH (L-PDCCH)) theo LTE(-A) có thể được cấp phát tới vùng điều khiển (xem Fig.4) của khung con. Trên hình vẽ, vùng L-PDCCH là vùng mà L-PDCCH có thể được cấp phát tới đó. L-PDCCH có thể là vùng điều khiển, vùng tài nguyên kênh điều khiển (tức là, tài nguyên CCE) mà PDCCH có thể được cấp phát tới đó trong vùng điều khiển hoặc khoảng trống tìm kiếm PDCCH theo ngữ cảnh. PDCCH có thể được cấp phát bổ sung tới vùng dữ liệu (ví dụ, vùng tài nguyên đối với PDSCH, xem Fig.4). PDCCH được cấp phát tới vùng dữ liệu được gọi là E-PDCCH. Như được thể hiện trên hình vẽ, các tài nguyên kênh điều khiển có thể được đảm bảo qua E-PDCCH để làm giảm hạn chế lập lịch do các tài nguyên kênh điều khiển giới hạn của vùng L-PDCCH. E-PDCCH và PDSCH được dồn kênh theo FDM trong vùng dữ liệu.

Cụ thể, E-PDCCH có thể được phát hiện/giải điều biến trên cơ sở tín hiệu tham chiếu giải điều biến biến (demodulation reference signal - DM RS). E-PDCCH được truyền trên cặp khối tài nguyên vật lý (PRB) trong miền thời gian. Cụ thể hơn, khoảng trống tìm kiếm (SS) để phát hiện E-PDCCH có thể bao gồm một hoặc nhiều (ví dụ, 2) tập hợp E-PDCCH. Mỗi tập hợp E-PDCCH có thể chiếm nhiều (ví dụ, 2, 4 hoặc 8) cặp PRB. Các CCE nâng cao (eCCE) tạo thành tập hợp E-PDCCH có thể được ánh xạ theo cách tập trung hoặc phân bố (theo một eCCE được phân tán trong các cặp PRB). Khi việc lập lịch E-

PDCCH được tạo cấu hình, thì khung con trong đó việc truyền/phát hiện E-PDCCH sẽ được thực hiện có thể được chỉ định. E-PDCCH có thể được tạo cấu hình chỉ trong khoảng trống tìm kiếm UE cụ thể (USS). UE có thể cố gắng phát hiện DCI chỉ đối với L-PDCCH CSS và E-PDCCH USS trong khung con (sau đây được gọi là khung con E-PDCCH) được tạo cấu hình để cho phép E-PDCCH được truyền và cố gắng phát hiện DCI đối với L-PDCCH CSS và L-PDCCH USS trong khung con (tức là, khung con không E-PDCCH) được tạo cấu hình để không cho phép truyền E-PDCCH.

E-PDCCH mang DCI giống như L-PDCCH. Ví dụ, E-PDCCH có thể mang thông tin lập lịch đường xuống và thông tin lập lịch đường lên. Thủ tục E-PDCCH/PDSCH và thủ tục E-PDCCH/PUSCH là bằng/tương tự các thủ tục được mô tả có dựa vào các bước S107 và S108 trên Fig.1. Nghĩa là, UE có thể thu E-PDCCH và thu thông tin điều khiển/dữ liệu qua PDSCH tương ứng với E-PDCCH. Ngoài ra, UE có thể thu E-PDCCH và truyền thông tin điều khiển/dữ liệu qua PUSCH tương ứng với E-PDCCH. Trong khi đó, LTE chấp nhận sơ đồ trong đó vùng tùy chọn PDCCH (được gọi là khoảng trống tìm kiếm PDCCH) được dành riêng trong vùng điều khiển và PDCCH của UE riêng được truyền trong một phần của khoảng trống tìm kiếm PDCCH. Theo đó, UE có thể thu được PDCCH của nó trong khoảng trống tìm kiếm PDCCH qua việc giải mã mù. Tương tự, E-PDCCH có thể được truyền trên một số hoặc tất cả các tài nguyên dành riêng.

Fig.14 minh họa quy trình cấp phát các tài nguyên cho E-PDCCH và thu E-PDCCH.

Dựa vào Fig.14, BS truyền thông tin cấp phát tài nguyên (RA) E-PDCCH tới UE (S910). Thông tin E-PDCCH RA có thể bao gồm RB (hoặc thông tin cấp phát khối tài nguyên ảo (virtual resource block - VRB)). Thông tin cấp phát RB có thể được cấp trên cơ sở từng RB hoặc từng RBG. RBG bao gồm hai hoặc nhiều RB liên tiếp. Thông tin E-PDCCH RA có thể được truyền bằng cách sử dụng báo tín hiệu lớp cao hơn (ví dụ, lớp điều khiển tài nguyên

radio (RRC)). Trong đó, thông tin E-PDCCH RA được sử dụng để dành riêng các tài nguyên (các vùng) E-PDCCH (dưới đây được gọi là tập hợp E-PDCCH). BS truyền E-PDCCH tới UE (S920). E-PDCCH có thể được truyền trong một số hoặc tất cả các tài nguyên E-PDCCH (ví dụ, các M RB) được dành riêng ở bước S910. Theo đó, UE kiểm tra các tài nguyên (vùng) (dưới đây được gọi là khoảng trống tìm kiếm E-PDCCH) trong đó E-PDCCH có thể được truyền (S930). Khoảng trống tìm kiếm E-PDCCH có thể được bố trí dưới dạng một phần của tập hợp RB được cấp phát ở bước S910. Trong đó, việc kiểm tra bao gồm bước giải mã mù các tùy chọn E-PDCCH trong khoảng trống tìm kiếm. Việc giải mã mù có thể được thực hiện bằng cách sử dụng trình tự xáo trộn được áp dụng cho E-PDCCH.

Fig.15 minh họa tập hợp E-PDCCH (hoặc tập hợp E-PDCCH-PRB).

Dựa vào Fig.15, trong trường hợp E-PDCCH, USS có thể bao gồm (các) tập hợp K E-PDCCH trên một CC/ô đối với UE. Trong đó, K có thể lớn hơn hoặc bằng 1 và nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn trên cụ thể (ví dụ, 2). Tập hợp E-PDCCH có thể bao gồm N PRB (cặp) (thuộc về vùng PDSCH). Trong đó, trị số n và các tài nguyên/các chỉ số PRB tạo thành E-PDCCH có thể được cấp phát một cách độc lập trên tập hợp E-PDCCH (tức là, tập hợp E-PDCCH được cấp phát một cách cụ thể). Theo đó, số lượng/các chỉ số của các tài nguyên eCCE tạo thành E-PDCCH có thể là (UE cụ thể và) tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình một cách cụ thể. Ví dụ, các eCCE có thể được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH trong khung con (ví dụ, được ghi chỉ số từ 0 trên tập hợp E-PDCCH). Các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE/các chỉ số có thể là (UE cụ thể và) tập hợp E-PDCCH được cấp phát một cách cụ thể bằng cách thiết lập tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu một cách độc lập trên tập hợp E-PDCCH. Trong đó, eCCE là khối kênh điều khiển cơ bản (tức là, đơn vị tài nguyên) của E-PDCCH, mà bao gồm các RE (thuộc về PRB trong vùng PDSCH). eCCE có thể có cấu trúc phụ thuộc vào kiểu truyền E-PDCCH. Ví dụ, eCCE để truyền tập trung có thể được tạo cấu hình bằng cách sử dụng các RE thuộc về cùng cặp PRB. eCCE dùng cho sự truyền

phân bố có thể bao gồm các RE được trích từ các cặp PRB. Trong trường hợp eCCE tập trung, cổng anten (antenna port - AP) có thể được sử dụng trên một tài nguyên/chỉ số eCCE để thực hiện việc tạo chùm tia tối ưu đối với mỗi UE. Trong trường hợp eCCE phân bố, tập hợp AP giống nhau có thể được sử dụng nhiều lần cho các eCCE khác nhau sao cho các UE có thể thường sử dụng các AP. Trong bản mô tả, eCCE có thể được diễn dịch là đơn vị tài nguyên logic hoặc đơn vị tài nguyên vật lý theo ngữ cảnh.

Phương án: cấp phát tài nguyên PUCCH khi nhiều tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình

Trong trường hợp lập lịch dựa vào L-PDCCH, tài nguyên truyền phản hồi ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch bởi PDCCH hỗ trợ DL được xác định là tài nguyên PUCCH được liên kết với chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE thấp nhất) của CCE tạo thành PDCCH hỗ trợ DL (xem phương trình 4). Trong trường hợp L-PDCCH, các tài nguyên/các chỉ số CCE được tạo cấu hình ô cụ thể và được liên kết ô cụ thể với các tài nguyên/các chỉ số PUCCH khác. Theo đó, các tài nguyên/các chỉ số CCE thuộc về USS để phát hiện L-PDCCH và các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên/các chỉ số CCE có thể được phân biệt một cách duy nhất mà không có sự không rõ ràng đối với một UE.

Trong trường hợp lập lịch dựa vào E-PDCCH, tài nguyên truyền phản hồi ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch bởi E-PDCCH hỗ trợ DL có thể được xác định là tài nguyên PUCCH được liên kết với chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE thấp nhất) của CCE tạo thành E-PDCCH hỗ trợ DL hoặc tài nguyên PUCCH được liên kết với chỉ số + độ lệch eCCE cụ thể. Độ lệch có thể được xác định bởi ký hiệu chỉ báo tài nguyên ACK/NACK (ACK/NACK resource indicator - ARI) được phát tín hiệu trực tiếp qua E-PDCCH hỗ trợ DL và/hoặc trị số dành riêng được chỉ định trên một AP.

Fig.16 minh họa vấn đề nảy sinh khi các tài nguyên PUCCH được cấp phát trong quá trình lập lịch dựa vào E-PDCCH.

Dựa vào Fig.16, khi USS bao gồm các tập hợp E-PDCCH, vùng chồng lấp có thể được tạo ra giữa các tập hợp E-PDCCH. Theo đó, các tài nguyên eCCE (vật lý) ở vùng chồng lấp có thể được ánh xạ tới các chỉ số eCCE (lôgic) giống nhau/khác nhau thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau. Ví dụ, tập hợp E-PDCCH 1 có thể bao gồm các chỉ số eCCE (lôgic) x_1, x_2, x_3 và x_4 mà lần lượt được liên kết với các chỉ số (tài nguyên) PUCCH a_1, a_2, a_3 và a_4 và tập hợp E-PDCCH 2 có thể bao gồm các chỉ số eCCE (lôgic) y_1, y_2, y_3 và y_4 mà lần lượt được liên kết với các chỉ số (tài nguyên) PUCCH b_1, b_2, b_3 và b_4 . Ngoài ra, (x_3, y_1) có thể chồng lấp nhau ở tài nguyên eCCE (vật lý) giống nhau và/hoặc (x_4, y_2) có thể chồng lấp nhau ở tài nguyên eCCE (vật lý) giống nhau ở vùng chồng lấp của hai tập hợp E-PDCCH. Trong tình huống này, E-PDCCH (ví dụ, E-PDCCH hỗ trợ DL) có thể được phát hiện qua tài nguyên eCCE (vật lý) tương ứng với hai chỉ số eCCE (lôgic) (x_3, y_1) . Trong trường hợp này, có sự không rõ ràng về một trong số các tài nguyên/các chỉ số PUCCH (tức là, a_3 và b_1) lần lượt được liên kết với các chỉ số eCCE x_3 và y_1 sẽ được sử dụng để truyền ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch bởi E-PDCCH.

Nghĩa là, khi UE được tạo cấu hình để giám sát các tùy chọn E-PDCCH trong các tài nguyên vật lý (ví dụ, các eCCE hoặc các RE) tương ứng với x_3 và y_1 và tùy chọn E-PDCCH x_3 và tùy chọn E-PDCCH y_1 được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý, nếu E-PDCCH được phát hiện từ tài nguyên vật lý, sau đó UE không biết một trong số các tài nguyên/các chỉ số PUCCH lần lượt được liên kết với các chỉ số eCCE x_3 và y_1 sẽ được sử dụng để truyền ACK/NACK. Khi các tùy chọn E-PDCCH của tập hợp E-PDCCH 1 và các tùy chọn E-PDCCH của tập hợp E-PDCCH 2 không chồng lấp hoặc chỉ một số chồng lấp, tập hợp E-PDCCH tương ứng với E-PDCCH đã được phát hiện có thể được thừa nhận và do vậy tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với x_3 hoặc y_1 có thể được sử dụng.

Sáng chế đề xuất phương pháp xác định tài nguyên truyền ACK/NACK (tức là, tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE

chồng lấp) ở vùng chồng lấp của các tập hợp E-PDCCH. Trong đó, sự chồng lấp các tập hợp E-PDCCH bao gồm trường hợp trong đó các chỉ số eCCE cụ thể thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau chồng lấp và tương ứng với cùng tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE). Được pháp được đề xuất bởi sáng chế có thể tương đương với phương pháp xác định tập hợp E-PDCCH bao gồm chỉ số eCCE hoặc eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) mà các chỉ số eCCE của các tập hợp E-PDCCH được ánh xạ chồng lấp.

Trong khi sự chồng lấp của các tập hợp E-PDCCH đối với USS để lập lịch đối với một CC/ô sẽ được mô tả trong bản mô tả cho thuận tiện, đây là ví dụ và sáng chế có thể áp dụng được như nhau/tương tự với không chỉ sự chồng lấp của các tập hợp E-PDCCH USS để lập lịch các CC/các ô khác nhau mà còn đối với sự chồng lấp của tập hợp E-PDCCH USS và tập hợp CSS (SS ô cụ thể) E-PDCCH.

Khi UE được tạo cấu hình để giám sát tùy chọn E-PDCCH tương ứng với x_3 của tập hợp E-PDCCH 1 và để giám sát tùy chọn E-PDCCH tương ứng với y_1 của tập hợp E-PDCCH 2, x_3 và y_1 tương ứng với cùng tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) và E-PDCCH được phát hiện từ tài nguyên vật lý (ví dụ, tài nguyên eCCE) tương ứng với (x_3, y_1) trên Fig.16, các phương pháp xác định tập hợp E-PDCCH bao gồm chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý (ví dụ, tài nguyên eCCE) bây giờ sẽ được mô tả.

Các phương pháp 1, 2 và 3 có thể được xem xét đối với việc hoạt động/kiểm tra tài nguyên PUCCH linh hoạt.

- Phương pháp 1: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà bao gồm số lượng các eCCE lớn nhất (một cách tương đương, bao gồm số lượng các cặp PRB lớn nhất).

- Phương pháp 2: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà số lượng các hoạt động giải mã mù (blind decoding - BD) được cấp phát tới đó.

- Phương pháp 3: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà (số lượng lớn nhất của) các mức kết hợp (aggregation level - AL) lớn nhất được cấp phát tới đó.

Trong trường hợp tập hợp E-PDCCH mà số lượng các eCCE lớn nhất, số lượng các hoạt động BD lớn nhất hoặc (số lượng lớn nhất của) các AL cao nhất được cấp phát tới đó, số lượng các tài nguyên PUCCH sẵn có tương đối lớn được liên kết với E-PDCCH có thể được đảm bảo và, đồng thời, số lượng các tài nguyên PUCCH được sử dụng để truyền ACK/NACK có thể là nhỏ so với số lượng các tài nguyên PUCCH sẵn có. Theo đó, có thể chọn eCCE được sử dụng để lập lịch E-PDCCH hỗ trợ DL và để thiết lập ARI (và/hoặc AP) để xác định tài nguyên ACK/NACK một cách linh hoạt hơn theo các phương pháp 1, 2 và 3.

Ngoài ra, các phương pháp từ 4 đến 7 có thể được xem xét để thực hiện đơn giản đối với UE.

- Phương pháp 4: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số của eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà có chỉ số thấp nhất/cao nhất đối với eCCE.

- Phương pháp 5: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số của eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà có chỉ số PUCCH được liên kết với chỉ số eCCE như chỉ số thấp nhất/cao nhất.

- Phương pháp 6: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số của eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH mà có chỉ số PUCCH bắt đầu thấp nhất/cao nhất (chỉ số PUCCH được liên kết với eCCE thứ nhất của tập hợp E-PDCCH).

- Phương pháp 7: chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý được coi là chỉ số của eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH có chỉ số thấp nhất/cao nhất sau khi tạo cấu hình tập hợp E-PDCCH qua RRC. Chỉ số tập hợp E-PDCCH có thể bắt đầu với 0.

Trong trường hợp các phương pháp 1, 2 và 3, khi sự chồng lấp các tập hợp E-PDCCH bao gồm số lượng các eCCE bằng nhau (hoặc các hoạt động BD hoặc các AL), có thể có sự không rõ ràng. Tuy nhiên, khi tài nguyên eCCE chồng lấp được coi là eCCE thuộc về tập hợp E-PDCCH có chỉ số eCCE thấp nhất hoặc cao nhất tương ứng với tài nguyên eCCE chồng lấp, chỉ số PUCCH thấp nhất hoặc cao nhất được liên kết với nó, chỉ số PUCCH bắt đầu thấp nhất hoặc cao nhất hoặc chỉ số tập hợp E-PUCCH thấp nhất hoặc cao nhất theo sự tạo cấu hình RRC qua các phương pháp từ 4 đến 7, việc thực hiện đơn giản có thể đạt được và sự không rõ ràng có thể được loại bỏ.

Ngoài ra, có thể xem xét phương pháp phát tín hiệu mà tập hợp E-PDCCH bao gồm (chỉ số) eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) (qua RRC hoặc PDCCH) xét về việc thao tác/điều khiển tài nguyên PUCCH và lập lịch E-PDCCH hỗ trợ DL (chọn eCCE và thiết lập ARI/AP) (phương pháp 8). Ngoài ra, có thể xem xét phương pháp phân biệt các DCI được truyền qua các tập hợp E-PDCCH khác nhau ngay cả khi các tùy chọn E-PDCCH thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau được tạo cấu hình để được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) bằng cách tạo cấu hình DCI để bao gồm chỉ số tập hợp E-PDCCH (phương pháp 9). Ví dụ, khi các bit DCI được xáo trộn (xem các phương trình 1 và 2), chỉ số tập hợp E-PDCCH có thể có trong thông số khởi tạo của trình tự xáo trộn. Ngoài ra, kích cỡ trường tải tin DCI của các tùy chọn E-PDCCH thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau và sử dụng các tài nguyên eCCE chồng lấp có thể được thiết lập tới các trị số khác nhau để xác định qua đó tập hợp E-PDCCH hỗ trợ DL được truyền (phương pháp 10). Ví dụ, bit đệm có thể được bổ sung đối với chỉ tập hợp E-PDCCH cụ thể.

Ngoài ra, tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE chồng lấp giữa các tập hợp E-PDCCH chỉ có thể được cấp phát tới tập hợp E-PDCCH riêng giữa các tập hợp E-PDCCH chồng lấp (ví dụ, việc tạo chỉ số eCCE-thành-PUCCH được thực hiện) và tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE chồng lấp có thể không được cấp phát

tới/được xác định đối với tập hợp E-PDCCH khác (phương pháp 11). Ví dụ, việc tạo chỉ số eCCE-thành-PUCCH đối với các tài nguyên eCCE chồng lấp có thể được bỏ qua trong tập hợp E-PDCCH khác. Tập hợp E-PDCCH riêng có thể được xác định qua các phương pháp từ 1 đến 10 hoặc các phương pháp khác. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án này. Nghĩa là, tài nguyên eCCE chồng lấp tương ứng có thể được coi là tài nguyên thuộc về tập hợp E-PDCCH riêng và tài nguyên truyền ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch bởi E-PDCCH hỗ trợ DL được phát hiện qua tài nguyên có thể được xác định là tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với tài nguyên/chỉ số eCCE có trong tập hợp E-PDCCH riêng.

Dựa vào Fig.16, các chỉ số PUCCH được cấp phát tới tập hợp E-PDCCH 1 có thể được cấp phát một cách trình tự tới $a_1, a_2, \dots$ từ chỉ số CCE thấp nhất (tức là, i thấp nhất trong x_i) và các chỉ số PUCCH tương ứng với tập hợp E-PDCCH 2 có thể được cấp phát một cách trình tự tới $b_1, b_2, \dots$ từ chỉ số eCCE thấp nhất (tức là, j thấp nhất trong y_j). Trong trường hợp này, nếu các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE chồng lấp được cấp phát chỉ tới tập hợp E-PDCCH 1, sau đó các tài nguyên/các chỉ số PUCCH không được cấp phát tới y_1 và y_2 (ví dụ, việc lập chỉ số PUCCH được bỏ qua) và các chỉ số PUCCH b_3 và b_4 có thể lần lượt được cấp phát tới y_3 và y_4 .

Trong trường hợp các tài nguyên eCCE chồng lấp được tạo ra giữa CSS và USS, E-PDCCH riêng (bao gồm DL/UL) được phát hiện/được thu qua tài nguyên eCCE chồng lấp có thể được coi/công nhận là tập hợp định dạng DCI đối với CSS. Theo đó, tài nguyên truyền ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch bởi E-PDCCH hỗ trợ DL được phát hiện qua tài nguyên eCCE chồng lấp có thể được xác định là tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với tài nguyên/chỉ số eCCE thuộc về CSS. Trong trường hợp này, tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với tài nguyên eCCE chồng lấp chỉ có thể được cấp phát tới CSS (ví dụ, việc tạo chỉ số eCCE-thành-PUCCH được thực hiện chỉ trên CSS) và tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với tài nguyên eCCE chồng

lắp có thể không được cấp phát tới hoặc được xác định đối với USS (phương pháp 12). Theo phương pháp 12, có thể giải quyết độ lệch giữa BS và UE trong khoảng thời gian tái cấu hình RRC và nâng cao việc sử dụng các tài nguyên PUCCH được cấp phát tới CSS trong đó số lượng tương đối nhỏ các tài nguyên/các chỉ số PUCCH sẵn có được liên kết với các eCCE là có mặt.

Ngoài ra, trong trường hợp tài nguyên eCCE chồng lắp được tạo ra giữa CSS và USS, E-PDCCH (bao gồm DL/UL) được phát hiện/được thu qua tài nguyên eCCE chồng lắp có thể được coi/công nhận là tập hợp định dạng DCI đối với USS để nâng cao khả năng sử dụng các chức năng (hoặc các chức năng được chuyên biệt hóa đối với USS) (ví dụ, yêu cầu CSI không theo chu kỳ và/hoặc sự khởi động SRS không theo chu kỳ, v.v.) được hỗ trợ bởi định dạng DCI được tạo cấu hình đối với USS. Trong đó, khi CSS và các USS chồng lắp, thì các phương pháp từ 1 đến 11 hoặc sự kết hợp của chúng có thể được ứng dụng. Về các tùy chọn E-PDCCH (thuộc các SS khác nhau) tương ứng với E-PDCCH riêng được phát hiện/được thu qua tài nguyên eCCE chồng lắp, ít nhất là một trong số kích cỡ (định dạng) trường tải tin DCI, tài nguyên eCCE bắt đầu, AL (và/hoặc AP) và RNTI được sử dụng để xáo trộn có thể được thiết lập thành cùng trị số. Trong trường hợp này, tài nguyên/chỉ số PUCCH được liên kết với eCCE chồng lắp có thể được cấp phát tới USS tương ứng (việc tạo chỉ số eCCE-thành-PUCCH chỉ được thực hiện trên USS tương ứng) và có thể không được cấp phát tới CSS (phương pháp 13).

Ngoài ra, trong trường hợp chồng lắp eCCE giữa CSS và USS, phương pháp sẵn có (ví dụ, phương pháp 12 hoặc phương pháp 13) có thể được xác định theo USS (hoặc DCI được truyền qua USS) bao gồm CIF. Ví dụ, phương pháp 12 có thể áp dụng được cho sự chồng lắp eCCE giữa USS (bao gồm CIF) và CSS trong khi phương pháp 13 có thể áp dụng được cho sự chồng lắp eCCE giữa USS (không bao gồm CIF) và CSS.

Hai hoặc nhiều của các phương pháp từ 1 đến 13 có thể được kết hợp. Ví dụ, nếu các phương pháp 1 và 5 (hoặc các phương pháp 1 và 7) được kết

hợp, sau đó chỉ số eCCE được ánh xạ tới tài nguyên vật lý tương ứng có thể được coi là eCCE (chỉ số) thuộc về tập hợp E-PDCCH mà có số lượng các eCCE lớn nhất và (khi các tập hợp E-PDCCH bao gồm số lượng các eCCE bằng nhau) có chỉ số PUCCH thấp nhất/cao nhất được liên kết với tài nguyên eCCE chồng lấp trong khi bao gồm số lượng các eCCE lớn nhất hoặc có chỉ số tập hợp thấp nhất/cao nhất được sử dụng để tạo cấu hình RRC đối với các tập hợp E-PDCCH.

Tài nguyên vật lý chồng lấp (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) mà các phương pháp từ 1 đến 13 được áp dụng với nó có thể bị giới hạn ở trường hợp trong đó các tùy chọn E-PDCCH (thuộc các tập hợp E-PDCCH khác nhau) mà có thể được ánh xạ tới tài nguyên vật lý có cùng thuộc tính. Trong đó, trường hợp trong đó các tùy chọn E-PDCCH có cùng thuộc tính có thể là trường hợp trong đó mỗi trong số ít nhất một hoặc tất cả kích cỡ (định dạng) trường tải tin DCI, các loại và các kích cỡ của các trường tạo thành DCI, tài nguyên eCCE bắt đầu, AP, AL, CIF (khi việc lập lịch CC/ô được thiết lập) và RNTI được sử dụng để xáo trộn CRC đối với các tùy chọn E-PDCCH được thiết lập tới cùng trị số. Ví dụ, trong trường hợp của các tùy chọn E-PDCCH (thuộc các tập hợp E-PDCCH khác nhau bao gồm các tài nguyên eCCE chồng lấp trong khi một, một số hoặc tất cả các thuộc tính nêu trên của nó khác nhau, chỉ số eCCE (tài nguyên/chỉ số PUCCH tương ứng với nó) thuộc về tập hợp E-PDCCH mà các thuộc tính được sử dụng để phát hiện các tùy chọn E-PDCCH được tạo cấu hình được sử dụng. Ngoài ra, khi các tùy chọn E-PDCCH thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau (ví dụ, các USS khác nhau, hoặc CSS và USS riêng) bao gồm các tài nguyên eCCE chồng lấp giữa các tập hợp E-PDCCH trong mỗi trong số một số hoặc tất cả các thuộc tính nêu trên (ví dụ, kích cỡ (trường) DCI, tài nguyên eCCE bắt đầu, AP, AL, RNTI để xáo trộn) được thiết lập tới cùng một trị số, UE có thể không cố gắng phát hiện/thu các tùy chọn E-PDCCH (phương pháp 14). Trong đó, các tập hợp E-PDCCH khác nhau mà các tùy chọn E-PDCCH thuộc về nó có thể có kiểu truyền E-PDCCH giống nhau và/hoặc trình tự xáo trộn DM RS giống nhau (ví dụ, trị số khởi tạo trình tự xáo

trộn giống nhau). Ngoài ra, tài nguyên vật lý chồng lấp (ví dụ, eCCE, eREG hoặc các RE) mà các phương pháp từ 1 đến 13 được áp dụng với nó có thể được sử dụng một cách hạn chế ngay cả khi các tùy chọn E-PDCCH (thuộc các tập hợp E-PDCCH khác nhau) mà có thể được ánh xạ tới tài nguyên vật lý không có cùng các thuộc tính. Ví dụ, các tùy chọn E-PDCCH thuộc về tập hợp E-PDCCH 1 và các tùy chọn E-PDCCH thuộc về tập hợp E-PDCCH 2 có thể không có cùng RNTI. Trong trường hợp này, UE có thể nhận biết về E-PDCCH mà E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về nó. Tuy nhiên, có thể sử dụng tài nguyên PUCCH được liên kết với tập hợp E-PDCCH khác thay vì tài nguyên PUCCH được liên kết với tập hợp E-PDCCH bao gồm E-PDCCH được phát hiện qua các phương pháp từ 1 đến 13 để điều khiển tài nguyên PUCCH.

Ngoài ra, UE có thể không cố gắng phát hiện/thu DCI đối với các tùy chọn E-PDCCH thuộc về các tập hợp E-PDCCH khác nhau được tạo cấu hình trong PCell (hoặc được chỉ định ô/được tạo cấu hình để thực hiện việc truyền ACK/NACK dựa vào PUCCH) chỉ trong trường hợp trong đó các tùy chọn E-PDCCH bao gồm các tài nguyên eCCE chồng lấp giữa các tập hợp E-PDCCH và/hoặc trường hợp trong đó mỗi trong số hoặc tất cả các thuộc tính nêu trên được thiết lập tới cùng một trị số đối với các tùy chọn E-PDCCH và/hoặc trường hợp trong đó trình tự xáo trộn DM RS giống nhau và/hoặc kiểu truyền E-PDCCH giống nhau được thiết lập đối với các tập hợp E-PDCCH. Nếu không, UE có thể hoạt động trên giả định rằng DCI không được phát hiện/được thu qua các tùy chọn E-PDCCH.

Các ô bị giới hạn ở PCell bởi vì sự không rõ ràng về tài nguyên truyền ACK/NACK (tức là, tài nguyên PUCCH ẩn được liên kết với tài nguyên/chỉ số eCCE (xem Phương trình 4)) giữa các tập hợp E-PDCCH chỉ có thể bị giới hạn ở vấn đề về các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình trong PCell, nghĩa là, ô trong đó việc truyền ACK/NACK dựa vào PUCCH (ẩn) được thực hiện. Theo đó, UL hỗ trợ DCI có thể được loại trừ khỏi các đích mà ở đó sự giới hạn/hoạt động liên quan đến DCI nêu trên được áp dụng. Nghĩa là, sự giới hạn/hoạt

động liên quan đến DCI nêu trên chỉ có thể áp dụng được cho DL hỗ trợ DCI. Theo đó, sự giới hạn/hoạt động DCI bình thường có thể được thực hiện mà không giới hạn về các tùy chọn E-PDCCH (bao gồm các tài nguyên eCCE chồng lấp) mà có các thuộc tính/các điều kiện nêu trên và thuộc các tập hợp E-PDCCH khác nhau được tạo cấu hình ở SCell (hoặc ô mà không được tạo cấu hình để thực hiện việc truyền ACK/NACK dựa vào PUCCH ẩn).

Ngoài ra, trong trường hợp của các tùy chọn E-PDCCH mà có thuộc tính/điều kiện nêu trên (bao gồm các tài nguyên eCCE chồng lấp) và thuộc các tập hợp E-PDCCH khác nhau, UE có thể không cố gắng phát hiện/thu DCI mà khiến việc cấp phát các tài nguyên PUCCH ẩn (được liên kết với các tài nguyên/các chỉ số eCCE) đối với các tùy chọn E-PDCCH. Ngoài ra, UE có thể hoạt động trên giả định rằng DCI khiến cho việc cấp phát tài nguyên PUCCH ẩn không được phát hiện/được thu qua các tùy chọn E-PDCCH. Nói cách khác, UE chỉ có thể cố gắng phát hiện/thu DCI mà khiến cho sự cấp phát tài nguyên PUCCH ẩn đối với các tùy chọn E-PDCCH (hoặc UE có thể hoạt động trên giả định rằng DCI mà không khiến cho việc cấp phát tài nguyên PUCCH ẩn có thể được phát hiện/được thu qua các tùy chọn E-PDCCH).

Trong đó, DCI khiến cho việc cấp phát tài nguyên PUCCH ẩn có thể là tất cả các loại DL hỗ trợ DCI khi chế độ gói HARQ-ACK hoặc chế độ chọn kênh được tạo cấu hình để truyền ACK/NACK, và có thể được giới hạn ở DL hỗ trợ DCI mà lập lịch PCell khi chế độ định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình để truyền ACK/NACK, có thể được giới hạn ở DL hỗ trợ DCI mà lập lịch PCell trong trường hợp FDD hoặc có thể được giới hạn ở DL hỗ trợ DCI lập lịch PCell và tương ứng với trị số ban đầu DAI (ví dụ, 1) trong trường hợp TDD. DCI không khiến cho việc cấp phát tài nguyên PUCCH ẩn có thể bao gồm DL hỗ trợ DCI mà lập lịch các SCell (ngoài UL hỗ trợ DCI) khi chế độ định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình để truyền ACK/NACK và còn bao gồm DL hỗ trợ DCI mà không tương ứng với trị số ban đầu DAI (ví dụ, 1) trong khi lập lịch PCell khi chế độ định dạng PUCCH 3 được tạo cấu hình để truyền ACK/NACK trong TDD.

Fig.17 minh họa sự cấp phát tài nguyên PUCCH khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình.

Dựa vào Fig.17, khi tập hợp E-PDCCH 1 bao gồm các chỉ số eCCE x_1 , x_2 , x_3 và x_4 (lần lượt được liên kết với các chỉ số PUCCH a_1 , a_2 , a_3 và a_4) và tập hợp E-PDCCH 2 bao gồm các chỉ số eCCE y_1 , y_2 , y_3 và y_4 (lần lượt được liên kết với các chỉ số PUCCH b_1 , b_2 , b_3 và b_4), trường hợp trong đó các tùy chọn E-PDCCH với AL của 2 được thiết lập đối với (x_1, x_2) và (x_3, x_4) và các tùy chọn E-PDCCH với AL của 1 được thiết lập đối với y_1 , y_2 , y_3 và y_4 có thể được xem xét. Trong đó, khi mỗi trong số (x_3, y_1) và (x_4, y_2) được ánh xạ tới cùng tài nguyên eCCE ở vùng chồng lấp của hai tập hợp E-PDCCH, AL-2 các tùy chọn E-PDCCH (x_3, x_4) trong tập hợp E-PDCCH 1 và AL-1 tùy chọn E-PDCCH y_1 trong tập hợp E-PDCCH 2 có thể chiếm cùng tài nguyên eCCE bắt đầu (dựa vào các AL khác nhau). Trong trường hợp này, khi tùy chọn PDCCH được phát hiện bằng cách giả định AL 2 đối với các tài nguyên eCCE chồng lấp (x_3, x_4) , chỉ số eCCE x_3 (chỉ số PUCCH a_3 được liên kết với nó) trong tập hợp E-PDCCH 1 có thể được sử dụng để xác định tài nguyên ACK/NACK để tương ứng dữ liệu DL. Khi tùy chọn PDCCH được phát hiện bằng cách giả định AL 1 đối với tài nguyên eCCE chồng lấp y_1 , chỉ số eCCE y_1 (chỉ số PUCCH b_1 được liên kết với nó) trong tập hợp E-PDCCH 2 có thể được sử dụng để xác định tài nguyên ACK/NACK để tương ứng dữ liệu DL. Nghĩa là, trường hợp mà sáng chế được ứng dụng với nó có thể được giới hạn ở trường hợp trong đó các tùy chọn E-PDCCH liên quan đến các eCCE chồng lấp có cùng AL (tức là, các tùy chọn E-PDCCH được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý) (xem Bảng 1). Ngoài ra, AL-1 tùy chọn PDCCH y_2 trong tập hợp E-PDCCH 2 có AL và tài nguyên eCCE bắt đầu khác với tài nguyên eCCE bắt đầu của AL-2 tùy chọn PDCCHs (x_3, x_4) trong tập hợp E-PDCCH 1, và do vậy tùy chọn E-PDCCH có thể được phát hiện bằng cách giả định AL 1 đối với y_2 , và chỉ số eCCE y_2 (chỉ số PUCCH b_2 được liên kết với nó) trong tập hợp E-PDCCH 2 có thể được sử dụng để xác định tài nguyên ACK/NACK tương ứng với tùy chọn E-PDCCH. Nghĩa là, khi các tùy chọn E-PDCCH của

tập hợp E-PDCCH 1 và các tùy chọn E-PDCCH của tập hợp E-PDCCH 2 được tạo cấu hình để được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý (tức là, AL giống nhau) và E-PDCCH được phát hiện qua tài nguyên vật lý, UE không thể nhận ra tập hợp E-PDCCH mà E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về nó. Tuy nhiên, khi các tài nguyên vật lý, mà các tùy chọn E-PDCCH của tập hợp E-PDCCH 1 và các tùy chọn E-PDCCH của tập hợp E-PDCCH 2 được ánh xạ với chúng, được chồng lấp một phần (tức là, trong trường hợp các AL khác nhau), UE có thể nhận biết tập hợp E-PDCCH mà E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về nó.

Hơn nữa, có thể nhận ra rằng sự không rõ ràng về việc xác định tài nguyên/chỉ số PUCCH do sự chồng lấp của các tập hợp E-PDCCH được tạo ra chỉ khi các thông số liên quan của các tập hợp E-PDCCH giống hệt nhau. Các ví dụ về các thông số bao gồm thông số chỉ báo liệu kiểu truyền E-PDCCH được hạn chế hay được phân bố. Theo đó, khi các tập hợp E-PDCCH có các kiểu truyền E-PDCCH khác nhau ngay cả khi các tập hợp E-PDCCH chồng lấp trong vùng PRB, các cặp PRB mà các RE tạo thành các eCCE thuộc về chúng là khác nhau. Theo đó, sự không rõ ràng về việc xác định tài nguyên/chỉ số PUCCH do sự chồng lấp có thể không xảy ra. Các ví dụ về các thông số bao gồm các thông số xáo trộn E-PDCCH DM RS. Vì các tập hợp E-PDCCH sử dụng các chuỗi DM RS khác nhau ngay cả trong cùng tài nguyên eCCE nếu thông số xáo trộn DM RS (ví dụ, trị số khởi tạo trình tự xáo trộn) của các tập hợp E-PDCCH được thiết lập thành các trị số khác nhau, UE có thể xác định tập hợp E-PDCCH bao gồm eCCE chồng lấp qua thông số xáo trộn chuỗi DM RS được sử dụng để giải điều biến eCCE chồng lấp (chuỗi giống với chuỗi được sử dụng để xáo trộn DM RS được sử dụng xáo trộn DCI trong tập hợp E-PDCCH). Các ví dụ về các thông số còn bao gồm thông tin/thông số gần như cùng vị trí (quasi co-location - QC). Khi QC không thể được giả định đối với hai tập hợp E-PDCCH hoặc các thông tin/các thông số QC khác nhau được thiết lập, hai tập hợp E-PDCCH sẽ sử dụng các giả định/thông tin/các thông số khác nhau ngay cả trong cùng tài nguyên eCCE, và do vậy UE có thể xác định tập hợp E-PDCCH bao gồm eCCE chồng lấp qua giả định/thông tin/các thông

số tương ứng được sử dụng để giải điều biến eCCE. Theo đó, sự chồng lấp của các tập hợp E-PDCCH có thể được giới hạn ở trường hợp trong đó UE không thể xác định tập hợp E-PDCCH bao gồm eCCE cụ thể vì các cặp PRB tạo thành hai tập hợp E-PDCCH chồng lấp và, đồng thời, thông số liên quan giống nhau được thiết lập cho các tập hợp E-PDCCH trong sáng chế.

Fig.18 minh họa sự cấp phát tài nguyên PUCCH và sự truyền phản hồi HARQ theo sáng chế.

Dựa vào Fig.18, các tập hợp E-PDCCH (ví dụ, các tập hợp E-PDCCH 1 và 2) được tạo cấu hình đối với UE. Mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm các eCCE mà được tạo chỉ số trên một E-PDCCH. Cụ thể, tập hợp E-PDCCH 1 có thể bao gồm các chỉ số eCCE (lôgic) x_1, x_2, x_3 và x_4 mà lần lượt được liên kết với các chỉ số (tài nguyên) PUCCH a_1, a_2, a_3 và a_4 và tập hợp E-PDCCH 2 có thể bao gồm các chỉ số eCCE (lôgic) y_1, y_2, y_3 và y_4 mà lần lượt được liên kết với các chỉ số (tài nguyên) PUCCH b_1, b_2, b_3 và b_4 . Ngoài ra, (x_3, y_1) có thể chồng lấp nhau và được ánh xạ tới cùng tài nguyên eCCE (vật lý) và/hoặc (x_4, y_2) có thể chồng lấp nhau và được ánh xạ tới cùng tài nguyên eCCE (vật lý) ở vùng chồng lấp của hai tập hợp E-PDCCH.

Trong tình huống này, BS có thể truyền E-PDCCH trên tài nguyên eCCE (vật lý) tương ứng với hai chỉ số eCCE (lôgic) (x_3, y_1) tới UE (S1802). Khi UE được tạo cấu hình để truyền hồi đáp HARQ dựa vào PUCCH ẩn, UE có thể truyền hồi đáp HARQ tới BS bằng cách sử dụng tài nguyên PUCCH tương ứng với chỉ số của eCCE thứ nhất trong số một hoặc nhiều eCCE tạo thành E-PDCCH (S1806). Khi E-PDCCH chỉ báo sự giải phóng lịch bán cố định (SPS), hồi đáp HARQ có thể bao gồm thông tin báo nhận đối với E-PDCCH. Khi E-PDCCH chỉ báo DL hỗ trợ đối với PDSCH, BS có thể truyền bổ sung PDSCH tới UE (S1804). Trong trường hợp này, hồi đáp HARQ có thể bao gồm thông tin báo nhận đối với PDSCH.

Khi UE có thể nhận ra tập hợp E-PDCCH bao gồm chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE) mà E-PDCCH được ánh xạ tới nó

(nghĩa là, khi không có sự không rõ ràng giữa các tùy chọn E-PDCCH của các tập hợp E-PDCCH 1 và 2), UE có thể truyền hồi đáp HARQ bằng cách sử dụng tài nguyên PUCCH tương ứng với eCCE. Nghĩa là, UE có thể sử dụng tài nguyên PUCCH a3 tương ứng với chỉ số eCCE x3 khi E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về tập hợp E-PDCCH 1 và sử dụng tài nguyên PUCCH b1 tương ứng với chỉ số eCCE y1 khi E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về tập hợp E-PDCCH 2. UE không thể nhận ra tập hợp E-PDCCH bao gồm chỉ số eCCE tương ứng với tài nguyên vật lý (ví dụ, eCCE) mà E-PDCCH được ánh xạ tới đó. Nghĩa là, có thể có sự không rõ ràng giữa các tùy chọn E-PDCCH của các tập hợp E-PDCCH 1 và 2. Trong trường hợp này, UE có thể thực hiện các thao tác khác nhau theo các phương pháp nêu trên. Ví dụ, nếu UE không biết E-PDCCH bao gồm chỉ số eCCE tương ứng với E-PDCCH đã được phát hiện, sau đó E-PDCCH đã được phát hiện có thể được xem xét để tương ứng với chỉ số eCCE của tập hợp E-PDCCH có chỉ số thấp nhất và tài nguyên PUCCH có thể được xác định (phương pháp 7).

Các trường hợp trong đó có sự không rõ ràng giữa các tùy chọn E-PDCCH của các tập hợp E-PDCCH không bị giới hạn ở các trường hợp ở trên và bao gồm các trường hợp thỏa mãn các điều kiện i), ii) và iii) dưới đây.

i) các tập hợp E-PDCCH được xáo trộn với cùng trình tự.

ii) UE được tạo cấu hình để giám sát các tùy chọn E-PDCCH có thuộc tính giống với tín hiệu E-PDCCH (S1802) trong các tập hợp E-PDCCH. Trong đó, thuộc tính giống nhau bao gồm kích cỡ (định dạng) trường tải tin DCI giống nhau chẳng hạn. Thuộc tính giống nhau có thể còn bao gồm RNTI giống nhau (tức là, RNTI được sử dụng để xáo trộn CRC). Khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình chỉ trong USS, các tùy chọn E-PDCCH có thể có C-RNTI hoặc SPS C-RNTI. Có thể điều khiển việc cấp phát tài nguyên PUCCH bằng cách sử dụng tài nguyên PUCCH được liên kết với tập hợp E-PDCCH khác tập hợp E-PDCCH mà E-PDCCH đã được phát hiện thuộc về nó, tài nguyên PUCCH được liên kết với tập hợp E-PDCCH bao gồm E-PDCCH

đã được phát hiện bằng cách loại trừ RNTI từ cùng các thuộc tính theo sơ đồ thực hiện.

iii) Các tùy chọn E-PDCCH tương ứng với tín hiệu E-PDCCH (S1802) trong các tập hợp E-PDCCH được ánh xạ tới cùng tài nguyên vật lý.

Sự không rõ ràng về việc xác định tài nguyên/chỉ số PUCCH nêu trên có thể được ngăn chặn bằng cách thiết đặt lại các tập hợp E-PDCCH thích hợp. Ví dụ, khi hai tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình để chồng lấp trong dải PRB, thì BS có thể ngăn không cho UE hoạt động để tạo ra sự không rõ ràng bằng cách thiết lập các kiểu truyền E-PDCCH khác nhau hoặc các trình tự xáo trộn DM RS đối với hai tập hợp E-PDCCH. Khi vấn đề về sự không rõ ràng được giải quyết bởi sự hoạt động của BS, UE có thể được thực hiện dựa trên giả định rằng hai tập hợp E-PDCCH có cùng kiểu truyền E-PDCCH và cùng trình tự xáo trộn DM RS không được cấu hình để chồng lấp trong dải PRB.

Ngoài ra, sự không rõ ràng về việc xác định tài nguyên/chỉ số PUCCH có thể được giải quyết nhờ sự vận hành của BS để cố gắng phát hiện tất cả các tài nguyên PUCCH được liên kết với hai tập hợp E-PDCCH. Trong trường hợp này, UE có thể chọn một trong hai tài nguyên PUCCH đã được liên kết và truyền tín hiệu ACK/NACK qua tài nguyên PUCCH đã chọn trên giả định rằng các eCCE chồng lấp thuộc về bất kỳ trong số hai tập hợp E-PDCCH. Nếu UE có thể truyền một cách đồng thời hai tài nguyên PUCCH, sau đó ACK/NACK có thể được truyền qua hai tài nguyên PUCCH. Trong đó, hoạt động truyền không tín hiệu ACK/NACK qua bất kỳ trong số hai tài nguyên PUCCH do sự không rõ ràng gây ra bởi sự chồng lấp cần phải được loại trừ. Nói cách khác, nếu UE cần phải thu sự hỗ trợ DL qua eCCE thuộc về một trong hai tập hợp E-PDCCH, mà không thể được nhận dạng bởi UE, tín hiệu ACK/NACK cần được truyền qua ít nhất là một trong số hai tài nguyên PUCCH đã được liên kết.

Để giảm chi phí DCI do sự bổ sung bit CIF khi việc lập lịch CC/ô được thiết lập, bit CIF có thể được bổ sung chỉ cho các tùy chọn E-PDCCH bằng

cách sử dụng các tài nguyên eCCE chồng lấp giữa các E-PDCCH để lập lịch cho các CC/các ô khác nhau và bit CIF có thể không được bổ sung cho các tùy chọn E-PDCCH còn lại.

Việc cấp phát tài nguyên PUCCH sẽ được mô tả trong trường hợp vận hành TDD. Trong TDD, ACK/NACK đối với một hoặc nhiều DL SF (tức là, dữ liệu DL được lập lịch/được truyền qua các DL SF) được phản hồi qua UL SF đơn. Trong trường hợp lập lịch dựa vào L-PDCCH trong TDD, các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên/các chỉ số CCE tương ứng với (các) L-PDCCH trong các DL SF được xếp chồng lên nhau một cách trình tự trong vùng UL SF tương ứng theo trật tự của các DL SF (xếp chồng PUCCH). Ví dụ, khi các DL SF #1, #2 và #3 tương ứng với UL SF #1, các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên/các chỉ số CCE được sử dụng trong các DL SF #1, #2 và #3 có thể được xếp chồng lên nhau một cách trình tự trong vùng tần số của UL SF #1 từ mép của vùng tần số tới phía trong của dải thông tương ứng (BW). Theo cách này, có thể tránh được sự cấp phát PUCCH ở phần trong của dải thông UL càng lâu càng tốt để tạo ra tính linh hoạt và mức tự do trong việc lập lịch dữ liệu UL.

Khi việc lập lịch dựa vào E-PDCCH được thực hiện trong TDD, tương tự với sơ đồ hiện có, cấu trúc trong đó các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các tài nguyên/các chỉ số CCE tương ứng với E-PDCCH trong các DL SF được xếp chồng lên nhau một cách trình tự trong vùng UL SF tương ứng (ví dụ, từ mép của BW tương ứng tới phía trong của nó) theo trật tự của các DL SF có thể được xem xét. Để đạt được điều này, độ lệch SF để xếp chồng PUCCH có thể được áp dụng cho các tập hợp E-PDCCH tương ứng với mỗi DL SF. Độ lệch SF là đơn vị xếp chồng được áp dụng cho mỗi tập hợp E-PDCCH. Việc xếp chồng PUCCH có thể được thực hiện trên tập hợp DL SF hoặc E-PDCCH. Cụ thể, độ lệch SF có thể được xác định là tổng số các eCCE (hoặc trị số cụ thể được tính toán dựa vào phần tương tự) thuộc về tất cả các tập hợp E-PDCCH trong mỗi DL SF (tùy chọn 1) hoặc tổng số các eCCE (hoặc trị số cụ thể được tính toán dựa vào phần tương tự) thuộc về mỗi tập hợp

E-PDCCH trong mỗi DL SF (tùy chọn 2).

Fig.19 minh họa ví dụ về việc cấp phát các tài nguyên PUCCH khi các tập hợp E-PDCCH được tạo cấu hình trong TDD theo sáng chế. Fig.19 thể hiện trường hợp trong đó 4 eCCE và 8 eCCE lần lượt thuộc về tập hợp E-PDCCH 1 và tập hợp E-PDCCH 2 và DL SFs #1, #2 và #3 tương ứng với UL SF #1 trong khi các tài nguyên/các chỉ số PUCCH bắt đầu đối với tập hợp E-PDCCH 1 và tập hợp E-PDCCH 2 lần lượt được thiết lập thành $n1$ và $n2$. Trong trường hợp này, độ lệch SF có thể là 12 ($=4+8$) theo tùy chọn 1 và có thể là 4 và 8 đối với các tập hợp E-PDCCH 1 và 2 theo tùy chọn 2. Fig.19 minh họa tùy chọn 2. Cụ thể, tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu được liên kết với mỗi DL SF (tức là, eCCE của mỗi DL SF) có thể được xác định theo các lựa chọn sau. Để lập lịch có hiệu quả với các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được liên kết với các CCE tạo thành L-PDCCH, trị số riêng xem xét việc sử dụng các CCE có thể được bổ sung cho độ lệch SF theo lựa chọn được chọn (ví dụ, trị số cụ thể có thể tương ứng với PCFICH hoặc trị số CFI được tách ra từ PCFICH).

Tùy chọn 1

- Tập hợp E-PDCCH 1 (với độ lệch SF là 12)

- DL SF #1: $n1$

- DL SF #2: $n1 + 12$

- DL SF #3: $n1 + 24$

- Tập hợp E-PDCCH 2 (với độ lệch SF là 12)

- DL SF #1: $n2$

- DL SF #2: $n2 + 12$

- DL SF #3: $n2 + 24$

Tùy chọn 2

- Tập hợp E-PDCCH 1 (với độ lệch SF là 4)

- DL SF #1: n_1
- DL SF #2: $n_1 + 4$
- DL SF #3: $n_1 + 8$
- Tập hợp E-PDCCH 2 (với độ lệch SF là 8)
- DL SF #1: n_2
- DL SF #2: $n_2 + 8$
- DL SF #3: $n_2 + 16$

Xét về các tài nguyên eCCE chồng lấp giữa các tập hợp E-PDCCH, chỉ một tài nguyên PUCCH là đủ được liên kết với các eCCE chồng lấp, và do vậy xem xét sự chồng lấp và sự cấp phát của các tài nguyên PUCCH trong việc xác định độ lệch SF, như được mô tả ở trên (hoặc theo sơ đồ khác nhau) có thể có thuận lợi về hiệu quả hoạt động tài nguyên PUCCH. Theo đó, sáng chế đề xuất xác định độ lệch SF xét về sự cấp phát của chỉ một PUCCH cho các eCCE chồng lấp. Ví dụ, số lượng các tài nguyên eCCE chồng lấp có thể được trừ từ độ lệch SF.

Người ta cho rằng hai tài nguyên eCCE thuộc về các tập hợp E-PDCCH 1 và 2 chồng lấp trên Fig.19. Trong trường hợp này, độ lệch SF có thể là 10 ($=4+8-2$) trong tùy chọn 1. Độ lệch SF có thể là 4 trong trường hợp tập hợp E-PDCCH 1 và 6 ($=8-2$) trong trường hợp tập hợp E-PDCCH 2 trong tùy chọn 2 (trên giả định rằng tài nguyên PUCCH được liên kết với các tài nguyên eCCE chồng lấp được cấp phát chỉ cho tập hợp E-PDCCH 1). Theo đó, tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu được liên kết với mỗi DL SF (eCCE trong mỗi DL SF) có thể được xác định theo các lựa chọn sau.

Tùy chọn 1

- Tập hợp E-PDCCH 1 (với độ lệch SF là 10)
- DL SF #1: n
- DL SF #2: $n_1 + 10$

- DL SF #3: $n1 + 20$
- Tập hợp E-PDCCH 2 (với độ lệch SF là 10)
- DL SF #1: $n2$
- DL SF #2: $n2 + 10$
- DL SF #3: $n2 + 20$

Tùy chọn 2

- Tập hợp E-PDCCH 1 (với độ lệch SF là 4)
- DL SF #1: $n1$
- DL SF #2: $n1 + 4$
- DL SF #3: $n1 + 8$
- Tập hợp E-PDCCH 2 (với độ lệch SF là 6)
- DL SF #1: $n2$
- DL SF #2: $n2 + 6$
- DL SF #3: $n2 + 12$

Trong trường hợp lập lịch dựa trên E-PDCCH, tài nguyên truyền ACK/NACK có thể được xác định là tài nguyên PUCCH được liên kết với chỉ số eCCE cụ thể (ví dụ, thấp nhất) tương ứng với E-PDCCH hỗ trợ DL hoặc tài nguyên PUCCH được liên kết với [chỉ số eCCE cụ thể tương ứng với E-PDCCH hỗ trợ DL + độ lệch theo ARI (và/hoặc AP)]. Theo đó, sáng chế đề xuất bổ sung [trị số nhỏ nhất hoặc trị số lớn nhất (trị số tuyệt đối của nó) của các độ lệch ARI, các độ lệch AP hoặc tổng các độ lệch ARI và các độ lệch AP hoặc tổng trị số nhỏ nhất và trị số lớn nhất] đối với độ lệch SF để đảm bảo/nâng cao một cách ổn định mức tự do của việc lập lịch E-PDCCH hỗ trợ DL (ví dụ, lựa chọn eCCE và tạo cấu hình ARI/AP) qua việc hoạt động/điều khiển tài nguyên PUCCH linh hoạt.

Cụ thể, nếu ARI có thể có các trị số về độ lệch -2, 0, 2 và 4 và AP có thể

có các độ lệch 0, 1, 2 và 3, sau đó (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của các độ lệch ARI là (2, 4, 6), (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của các độ lệch AP là (0, 3, 3) và (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của tổng các độ lệch ARI và các độ lệch AP là (2, 7, 9). Khi các độ lệch ARI là -1, 0, 1 và 2 và các độ lệch AP là 0, 1, 2 và 3, (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của các độ lệch ARI là (1, 2, 3), (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của các độ lệch AP là (0, 3, 3) và (trị số tuyệt đối nhỏ nhất, trị số tuyệt đối lớn nhất, tổng các trị số tuyệt đối nhỏ nhất và lớn nhất) của tổng các độ lệch ARI và các độ lệch AP là (1, 5, 6).

Theo phương pháp được đề xuất, các trị số thu được bằng cách bổ sung các trị số về độ lệch được đề xuất cho độ lệch SF có thể được thiết đặt thành các trị số về độ lệch SF cuối cùng. Trong đó, độ lệch AP có thể được xác định từ chỉ các trị số về độ lệch AP được thiết lập thành một hoặc nhiều các tài nguyên eCCE có chỉ số cao nhất trong tập hợp E-PDCCH.

Xem xét CSS được tạo cấu hình trong cấu trúc/hình thức của E-PDCCH, có thể cần phải được thiết lập/cấp phát tài nguyên/chỉ số PUCCH được sử dụng để truyền phản hồi ACK/NACK đối với dữ liệu DL được lập lịch qua CSS. Đối với vấn đề này, 1) tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu tương ứng với CSS được thiết lập thế nào, 2) bao nhiêu tài nguyên/chỉ số PUCCH được cấp phát và các tài nguyên/các chỉ số PUCCH được cấp phát như thế nào và 3) các tài nguyên/các chỉ số PUCCH trên DL SF được xếp chồng như thế nào trong trường hợp TDD cần được xem xét đối với E-PDCCH dựa vào CSS.

Thứ nhất, tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu độc lập có thể được thiết đặt làm tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu tương ứng với CSS, một cách riêng rẽ từ USS. Tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu tương ứng với CSS có thể được thiết lập ô cụ thể qua PBCH, SIB, v.v.. hoặc tập hợp UE cụ thể qua việc lập

lịch RRC (“PUCCH bắt đầu riêng biệt”). Ngoài ra, tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu tương ứng với CSS có thể được thiết lập thành tập hợp tài nguyên/chỉ số PUCCH bắt đầu đối với tập hợp E-PDCCH riêng (“tập hợp USS tham chiếu”) giữa các tập hợp E-PDCCH đối với USS hoặc tài nguyên/chỉ số PUCCH tương ứng với [tài nguyên/chỉ số PUCCH + độ lệch định trước] (“PUCCH bắt đầu thông thường”).

Số lượng các tài nguyên/các chỉ số PUCCH tương ứng với CSS có thể tương ứng với số lượng các tùy chọn E-PDCCH mà tạo thành CSS (hơn là số lượng các tài nguyên eCCE cấu thành CSS). Ngoài ra, số lượng các tài nguyên/các chỉ số PUCCH tương ứng với CSS có thể được thiết đặt thành số lượng các tùy chọn E-PDCCH có các tài nguyên eCCE bắt đầu khác nhau. Ngoài ra, trong trường hợp tạo chỉ số các tài nguyên PUCCH (tương ứng với các tùy chọn E-PDCCH), các chỉ số PUCCH thấp hơn có thể được liên kết trước tiên với các chỉ số eCCE thấp hơn và/hoặc các AL thấp hơn.

Trong trường hợp PUCCH bắt đầu riêng biệt trong TDD, độ lệch SF để xếp chồng các tài nguyên PUCCH tương ứng với CSS có thể được thiết đặt thành số lượng các tùy chọn E-PDCCH (“các tùy chọn CSS”) mà tạo thành CSS dựa vào phương pháp cấp phát PUCCH nêu trên (và/hoặc có các tài nguyên eCCE bắt đầu khác nhau). Trong trường hợp PUCCH bắt đầu thông thường, độ lệch SF để xếp chồng PUCCH đối với tập hợp USS tham chiếu có thể được thiết đặt thành trị số thu được bằng cách bổ sung “tùy chọn CSS” cho độ lệch SF được xác định bởi tùy chọn 1 hoặc tùy chọn 2 (hoặc các phương pháp khác). Trong trường hợp PUCCH bắt đầu thông thường, các tài nguyên PUCCH tương ứng với USS mà có nhiều khả năng được sử dụng đối với việc lập lịch dữ liệu DL (DL hỗ trợ E-PDCCH) đầu tiên có thể được xếp chồng (ví dụ, các tài nguyên PUCCH có các chỉ số PUCCH thấp hơn) và sau đó các tài nguyên PUCCH tương ứng với CSS có thể được xếp chồng (ví dụ, các tài nguyên PUCCH có các chỉ số PUCCH cao hơn).

Fig.20 minh họa BS và UE của hệ thống truyền thông không dây, mà có

thể áp dụng được cho các phương án của sáng chế. Khi hệ thống truyền thông không dây bao gồm nút chuyển tiếp, BS hoặc UE có thể được thay thế bằng nút chuyển tiếp.

Dựa vào Fig.20, hệ thống truyền thông không dây bao gồm BS 110 và UE 120. BS 110 bao gồm bộ xử lý 112, bộ nhớ 114 và đơn vị 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 nối với bộ xử lý 112 và lưu trữ thông tin liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 112. Bộ RF 116 được nối với bộ xử lý 112 và truyền và/hoặc thu tín hiệu RF. 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 nối với bộ xử lý 122 và lưu trữ thông tin liên quan đến các hoạt động của bộ xử lý 122. Bộ RF 126 được nối với bộ xử lý 122 và truyền và/hoặc thu tín hiệu RF. BS 110 và/hoặc UE 120 có thể bao gồm anten đơn hoặc đa anten.

Các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây là các sự kết hợp của các phần tử và các đặc điểm của sáng chế. Các phần tử hoặc các đặc điểm có thể được xem xét chọn lọc từ trường hợp được đề cập dưới đây. Mỗi phần tử hoặc đặc điểm có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các phần tử hoặc các đặc điểm khác. Hơn nữa, phương án của sáng chế có thể được cấu tạo bằng cách kết hợp các phần của các phần tử và/hoặc các đặc điểm. Các trật tự hoạt động được mô tả trong các phương án của sáng chế có thể được sắp xếp lại. Các cấu trúc của một phương án bất kỳ có thể có trong phương án khác và có thể được thay thế bằng các cấu trúc tương ứng của phương án khác. Sẽ rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng rằng các điểm yêu cầu bảo hộ không được trích dẫn rõ ràng trong các điểm yêu cầu bảo hộ thêm vào có thể được biểu thị trong sự kết hợp dưới dạng phương án của sáng chế hoặc bao gồm dưới dạng điểm yêu cầu bảo hộ mới bằng cách sửa đổi sau đó sau khi đơn được nộp.

Trong các phương án của sáng chế, việc mô tả được thực hiện tập trung vào mối quan hệ truyền và thu dữ liệu giữa BS, nút chuyển tiếp, và MS. Trong một số trường hợp, hoạt động cụ thể được mô tả khi được thực hiện bởi BS có thể được thực hiện bởi nút trên của BS. Cụ thể, rõ ràng là, trong mạng bao gồm các nút mạng gồm có BS, các hoạt động khác nhau được thực hiện để truyền thông với MS có thể được thực hiện bởi BS, hoặc các nút mạng khác BS. Thuật ngữ 'BS' có thể được thay thế bằng thuật ngữ 'trạm cố định', 'nút B', 'nút B nâng cao (eNode B hoặc eNB)', 'điểm truy cập', v.v.... Thuật ngữ 'UE' có thể được thay thế bằng thuật ngữ 'trạm di động (Mobile Station - MS)', 'trạm thuê bao di động (Mobile Subscriber Station - MSS)', 'thiết bị đầu cuối di động', v.v..

Các phương án của sáng chế có thể đạt được bằng các cách khác nhau, chẳng hạn, phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc sự kết hợp của chúng. Trong cấu hình phần cứng, các phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể đạt được bằng một hoặc nhiều mạch tổ hợp có ứng dụng đặc biệt (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), các bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processing Device - DSPD), các thiết bị logic lập trình được (Programmable Logic Device - PLD), các mảng cổng khả lập trình dạng trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, các bộ vi xử lý, v.v..

Trong cấu hình phần sụn hoặc phần mềm, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng mô đun, thủ tục, chức năng, v.v.. Ví dụ, mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ được bố trí ở bên trong hoặc bên ngoài của bộ xử lý và có thể truyền và thu dữ liệu đến và từ bộ xử lý qua các phương tiện đã biết khác nhau.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác các cách được nêu ở đây mà không trệch khỏi nguyên lý và các đặc điểm chủ yếu của sáng

chế. Do đó, các phương án ở trên được hiểu trong tất cả các khía cạnh như minh họa và không hạn chế. Phạm vi của sáng chế cần được xác định bởi các điểm phụ thuộc và các phần tương đương của chúng, không bởi phần mô tả ở trên, và tất cả các thay đổi sẽ có trong phạm vi ý nghĩa và tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc sẽ được kết hợp trong đó.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Sáng chế có thể áp dụng được cho thiết bị truyền thông không dây như UE, nút chuyển tiếp, BS, v.v., chẳng hạn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền hồi đáp yêu cầu lặp lại tự động lai (hybrid automatic repeat request - HARQ) bởi thiết bị người dùng (user equipment - UE) (120) trong hệ thống truyền thông không dây dựa trên dự án đối tác thế hệ thứ ba tiến hóa dài hạn (3rd Generation Partnership Project Long Term Evolution - 3GPP LTE), phương pháp này bao gồm các bước:

thu, bởi UE (120), tùy chọn kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced physical downlink control channel - E-PDCCH) thứ nhất tương ứng với một tập hợp E-PDCCH trong số hai tập hợp E-PDCCH, mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm nhiều phần tử kênh điều khiển (control channel element - CCE) được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH; và

truyền, bởi UE (120), hồi đáp HARQ sử dụng tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel - PUCCH) được xác định sử dụng chỉ số CCE cụ thể của một hoặc nhiều CCE của tùy chọn E-PDCCH thứ nhất,

khác biệt ở chỗ, chỉ số CCE cụ thể của một hoặc nhiều CCE của tùy chọn E-PDCCH thứ nhất được xác định dựa trên một trong số hai tập hợp E-PDCCH có chỉ số tập hợp E-PDCCH thấp nhất khi ít nhất i), ii) và iii) được thỏa mãn,

i) hai tập hợp E-PDCCH được xáo trộn với cùng trình tự,

ii) UE (120) được tạo cấu hình để giám sát tùy chọn E-PDCCH thứ hai có thuộc tính giống như tùy chọn E-PDCCH thứ nhất và tương ứng với tập hợp E-PDCCH còn lại trong số hai tập hợp E-PDCCH, trong đó thuộc tính giống nhau bao gồm kích cỡ tải tin thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI) giống nhau, và

iii) các tùy chọn E-PDCCH thứ nhất và thứ hai được xếp chồng hoàn toàn.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thuộc tính giống nhau bao gồm ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (radio network temporary identifier - RNTI) giống nhau.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó RNTI bao gồm RNTI cho ô (cell-RNTI - C-RNTI) hoặc C-RNTI lập lịch bán cố định (semi-persistent scheduling - SPS).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm một hoặc nhiều khối tài nguyên vật lý (physical resource block - PRB) và các CCE bao gồm nhiều phần tử kênh điều khiển nâng cao (enhanced control channel element - eCCE).

5. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước thu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH) được chỉ báo bởi tùy chọn E-PDCCH thứ nhất,

trong đó hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho PDSCH.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó, khi tùy chọn E-PDCCH thứ nhất bao gồm thông tin mà chỉ báo sự giải phóng SPS, hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho tùy chọn E-PDCCH thứ nhất.

7. Thiết bị người dùng (UE) (120) được tạo cấu hình để truyền hồi đáp yêu cầu lặp lại tự động lai (HARQ) trong hệ thống truyền thông không dây dựa trên dự án đối tác thế hệ thứ ba tiến hóa dài hạn (3GPP LTE), UE (120) này bao gồm:

bộ phận tần số radio (radio frequency - RF) (126); và

bộ xử lý (122),

trong đó bộ xử lý (122) được tạo cấu hình để thu tùy chọn kênh điều khiển đường xuống vật lý nâng cao (enhanced physical downlink control channel - E-PDCCH) thứ nhất tương ứng với một tập hợp E-PDCCH trong số hai tập hợp E-PDCCH, mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm nhiều phần tử kênh điều khiển (CCE) được định chỉ số cho mỗi tập hợp E-PDCCH, và để truyền hồi đáp HARQ sử dụng tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) được xác định sử dụng chỉ số CCE cụ thể của một hoặc nhiều CCE của tùy chọn E-PDCCH thứ nhất,

khác biệt ở chỗ, chỉ số CCE cụ thể của một hoặc nhiều CCE của tùy chọn E-PDCCH thứ nhất được xác định dựa trên một trong số hai tập hợp E-PDCCH có chỉ số E-PDCCH thấp nhất khi i), ii) và iii) được thỏa mãn,

i) hai tập hợp E-PDCCH được xáo trộn với cùng trình tự,

ii) UE (120) được tạo cấu hình để giám sát tùy chọn E-PDCCH thứ hai có thuộc tính giống như tùy chọn E-PDCCH thứ nhất và tương ứng với tập hợp E-PDCCH còn lại trong số hai tập hợp E-PDCCH, trong đó thuộc tính giống nhau bao gồm kích cỡ tải tin thông tin điều khiển đường xuống (DCI) giống nhau, và

iii) các tùy chọn E-PDCCH thứ nhất và thứ hai được xếp chồng hoàn toàn.

8. UE (120) theo điểm 7, trong đó thuộc tính giống nhau bao gồm ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI) giống nhau.

9. UE (120) theo điểm 8, trong đó RNTI bao gồm RNTI cho ô (C-RNTI) hoặc C-RNTI lập lịch bán cố định (SPS).

10. UE (120) theo điểm 7, trong đó mỗi tập hợp E-PDCCH bao gồm một hoặc nhiều khối tài nguyên vật lý (PRB) và các CCE bao gồm nhiều phân tử kênh điều khiển nâng cao (eCCE).

11. UE (120) theo điểm 7, trong đó bộ xử lý (122) được tạo cấu hình để còn thu kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được chỉ báo bởi tùy chọn E-PDCCH thứ nhất,

trong đó hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho PDSCH.

12. UE (120) theo điểm 7, trong đó, khi tùy chọn E-PDCCH thứ nhất bao gồm thông tin mà chỉ báo sự giải phóng SPS, hồi đáp HARQ bao gồm thông tin báo nhận cho tùy chọn E-PDCCH thứ nhất.

FIG. 2

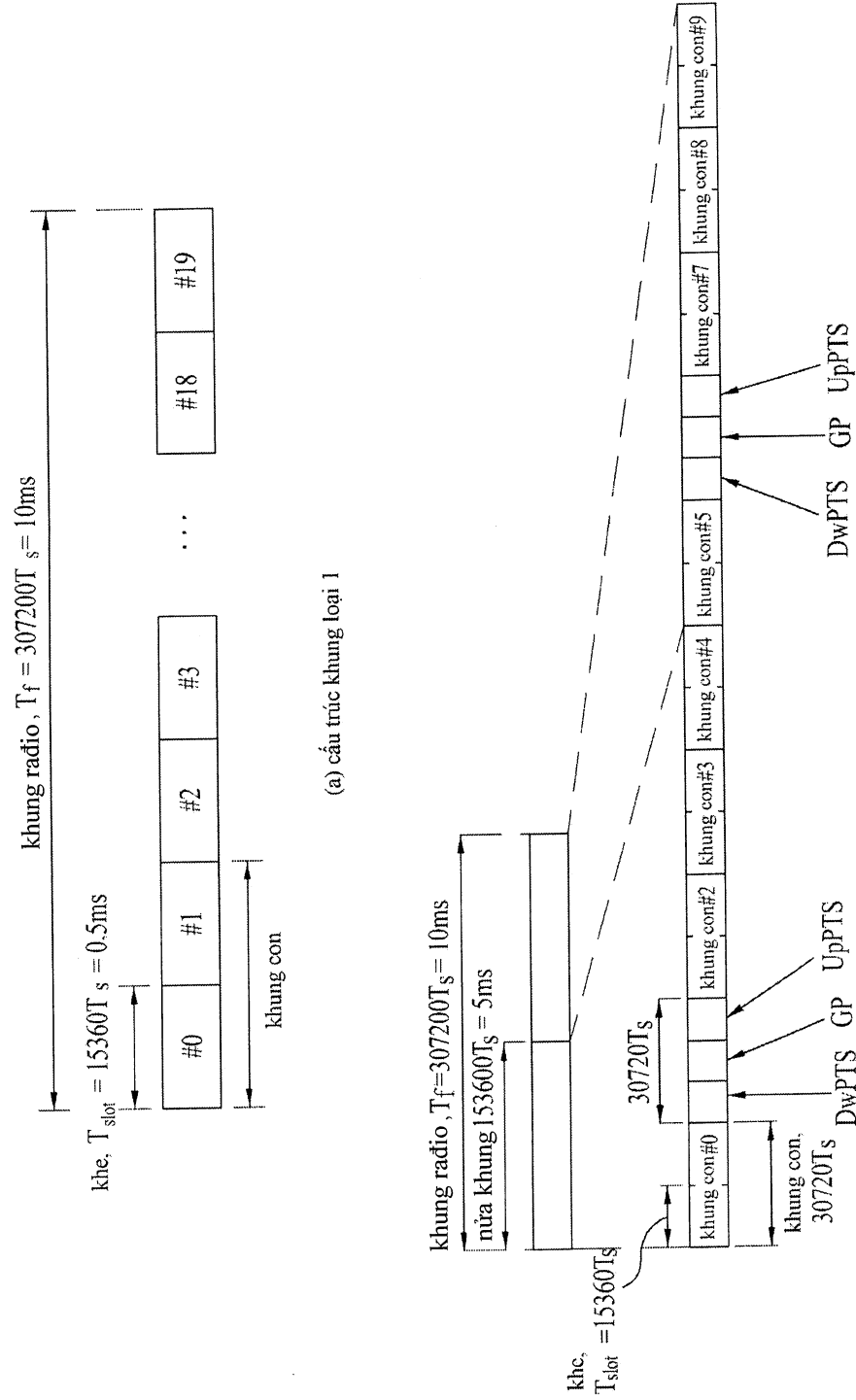


FIG. 3

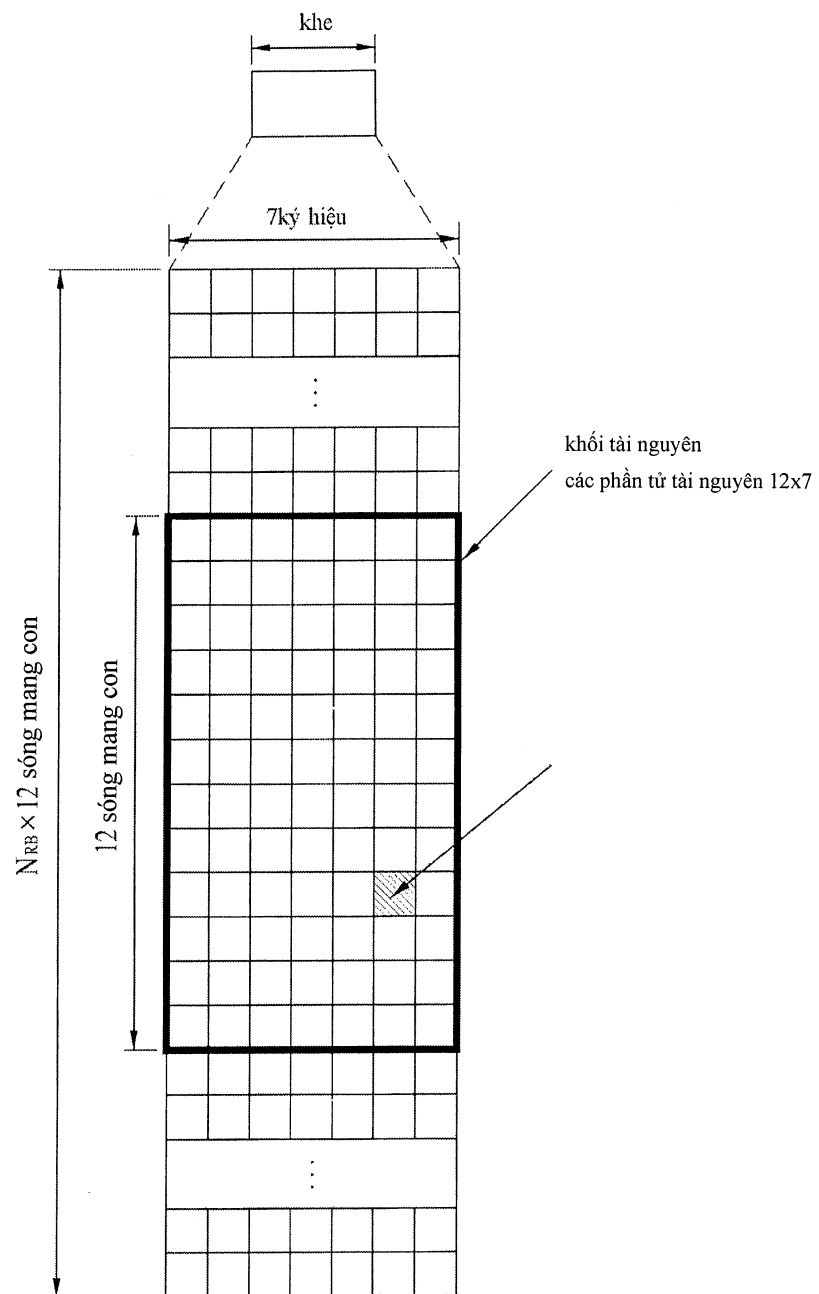


FIG. 4

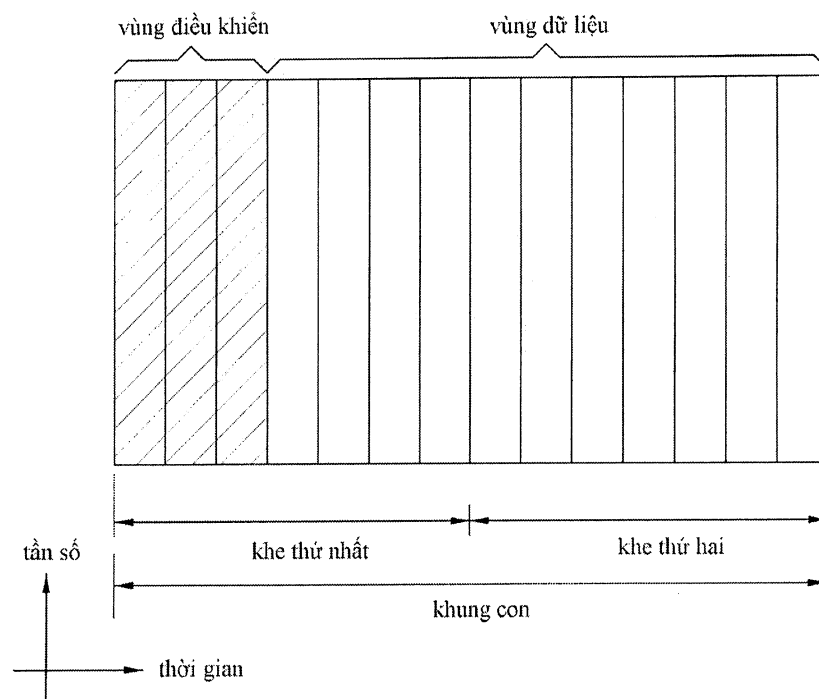


FIG. 5

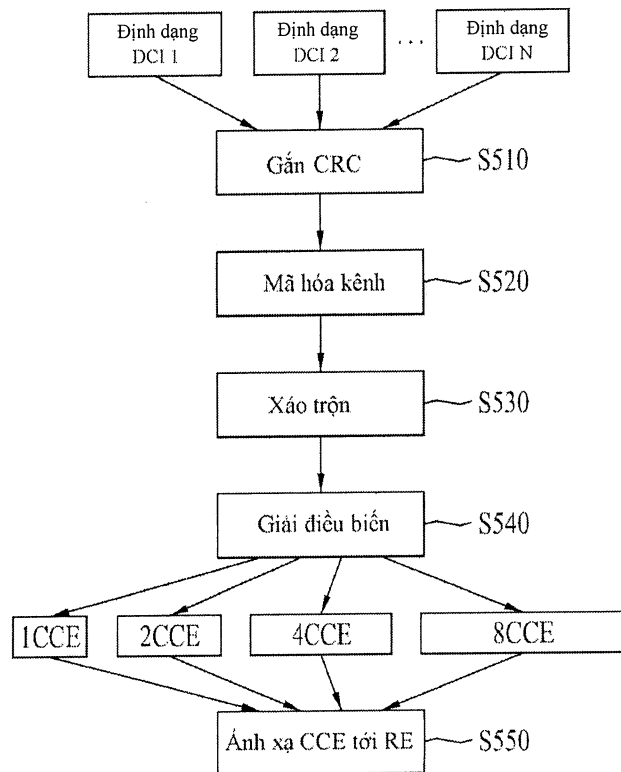


FIG. 6

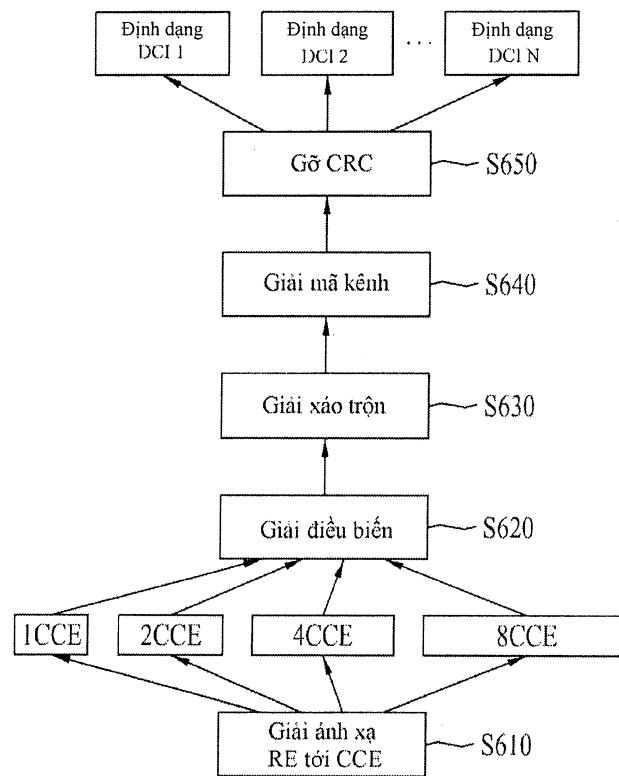


FIG. 7

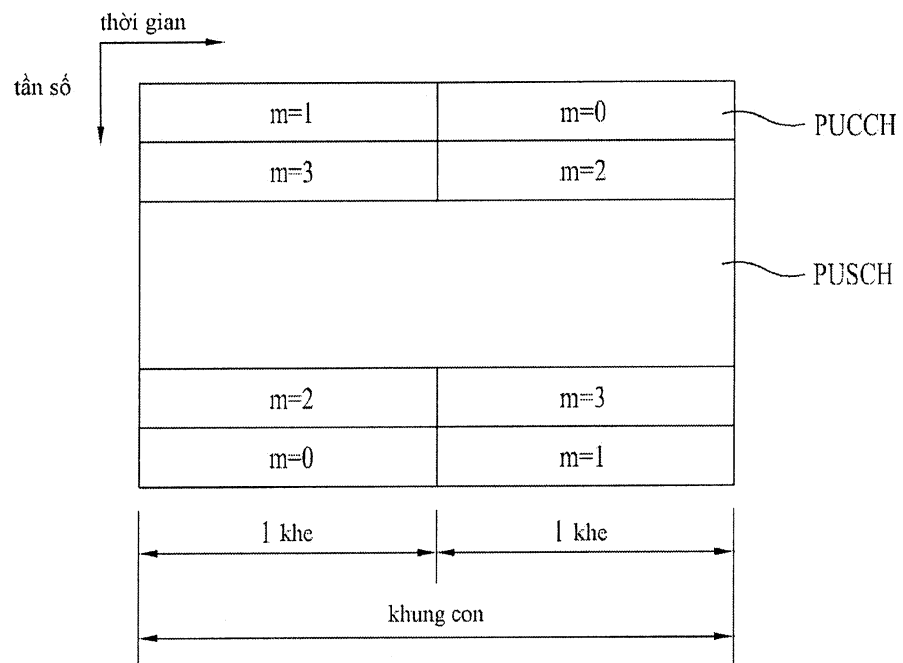


FIG. 8

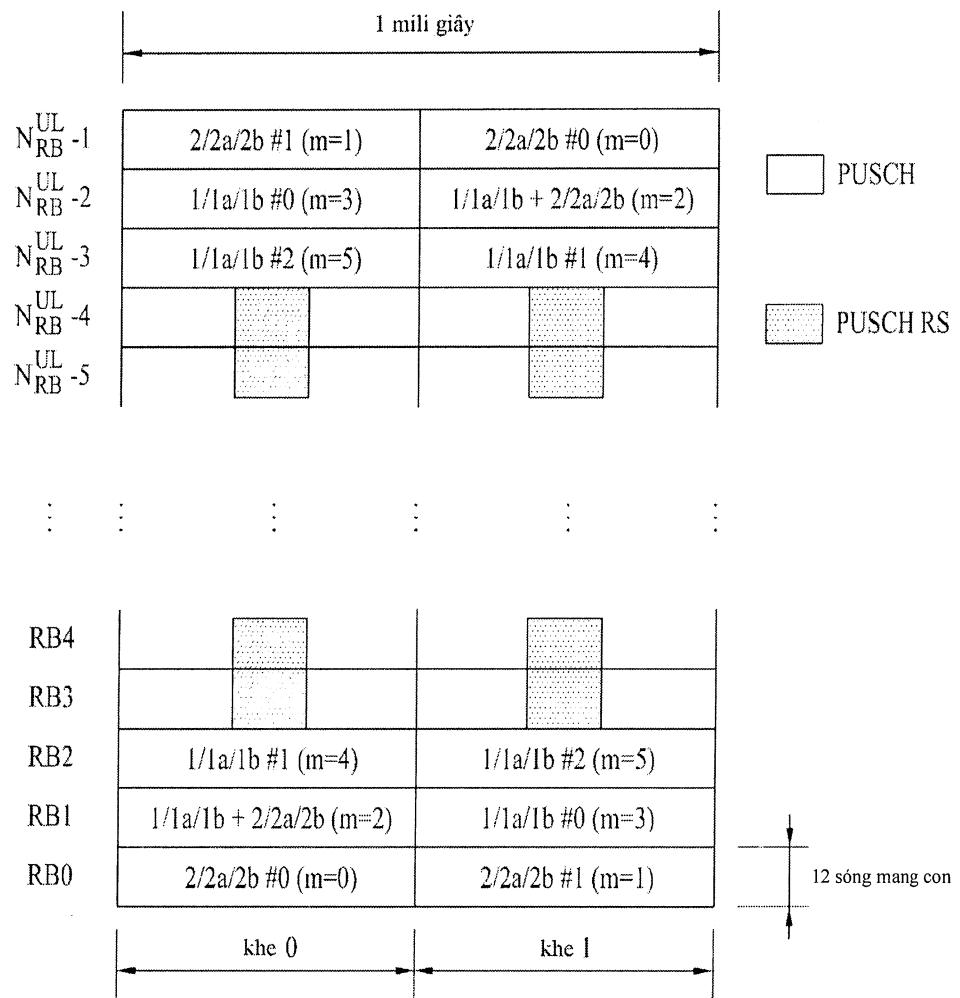


FIG. 9

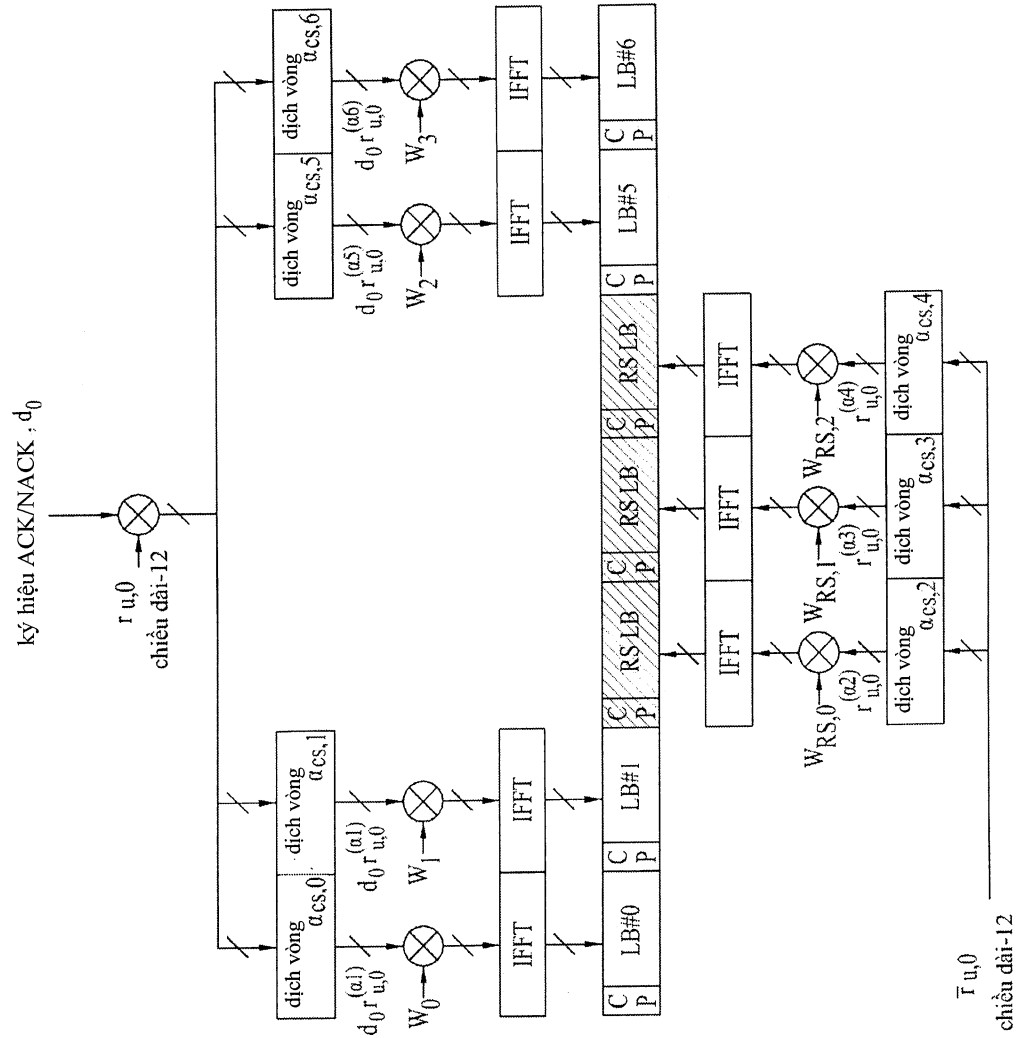


FIG. 10

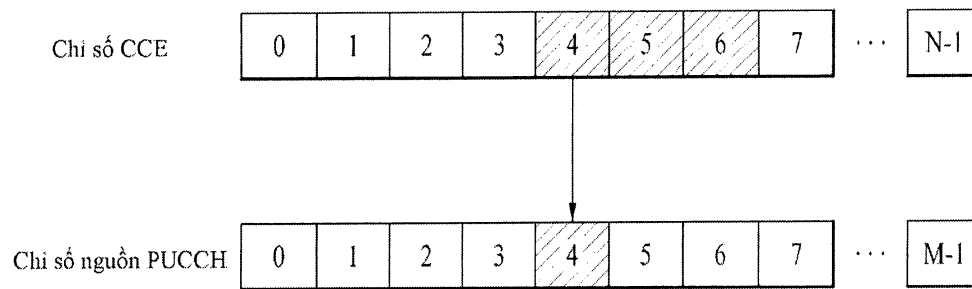


FIG. 11

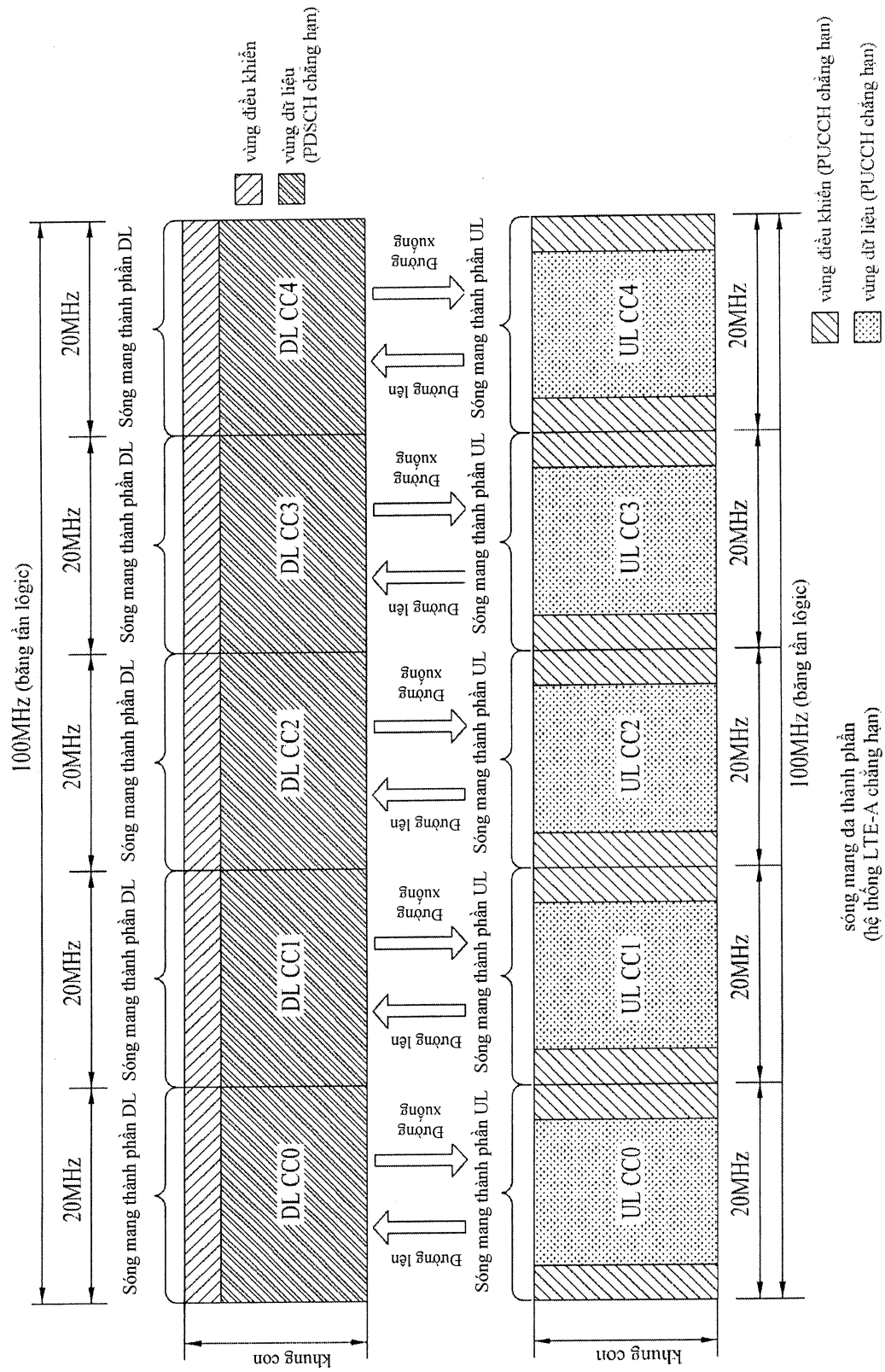


FIG. 12

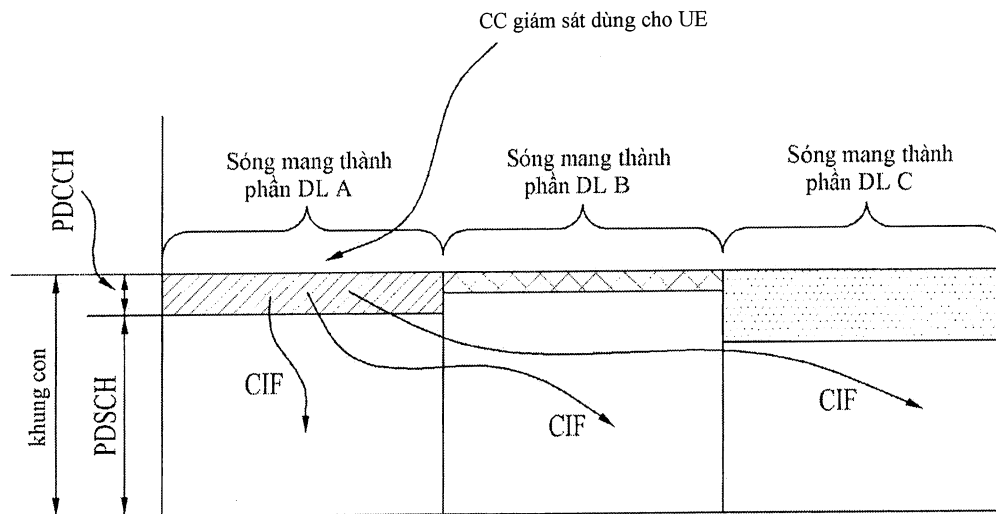


FIG. 13

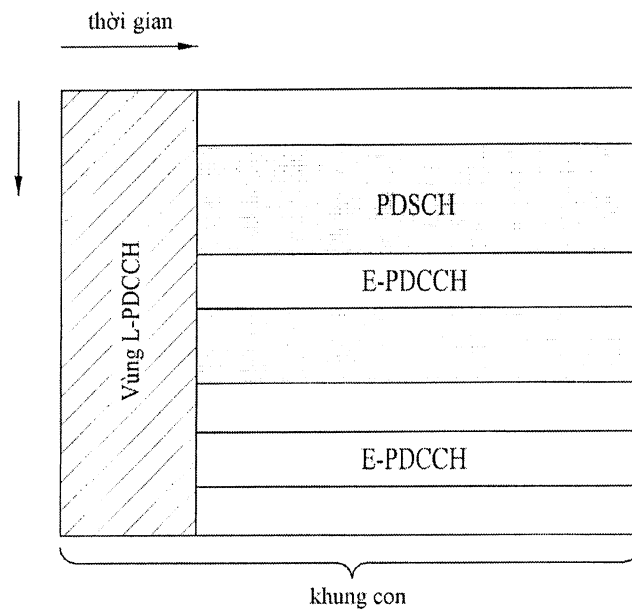


FIG. 14

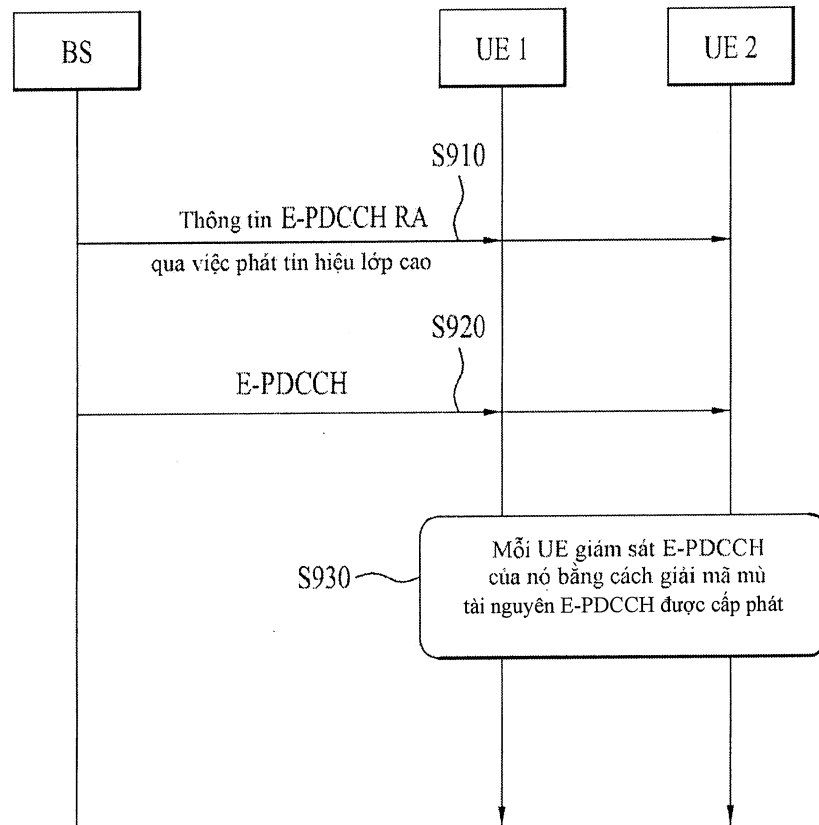


FIG. 15

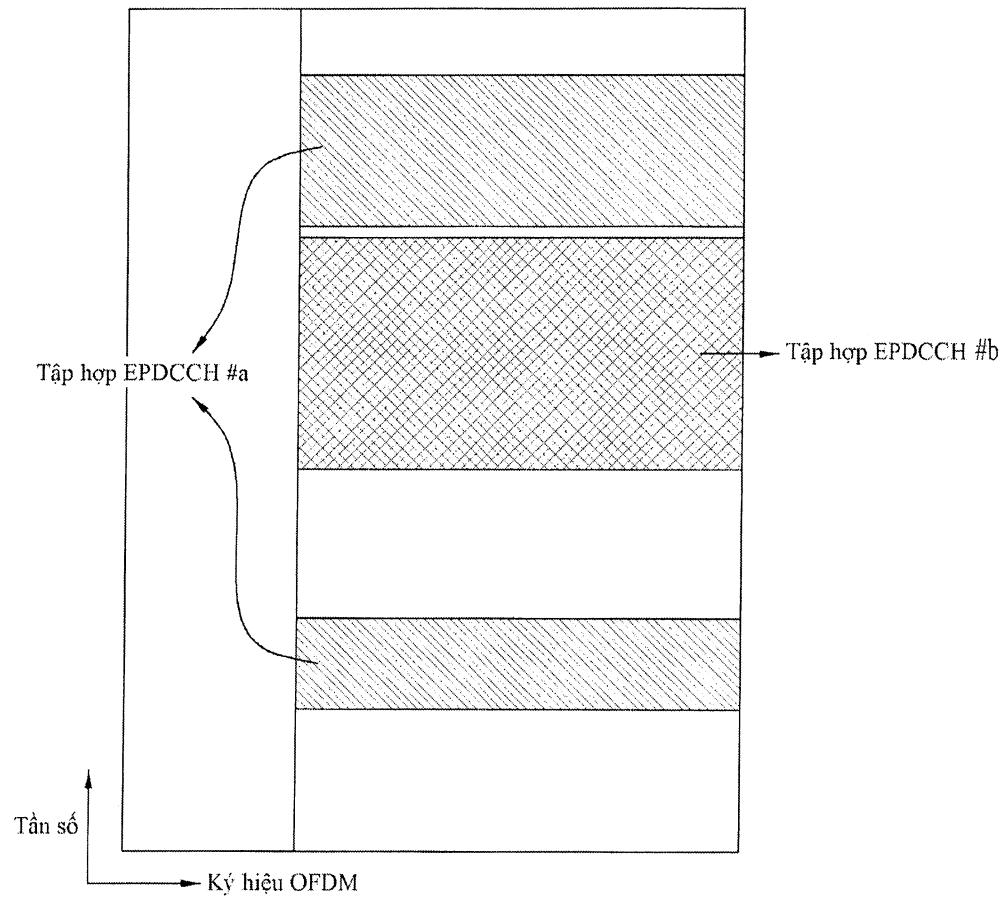


FIG. 16

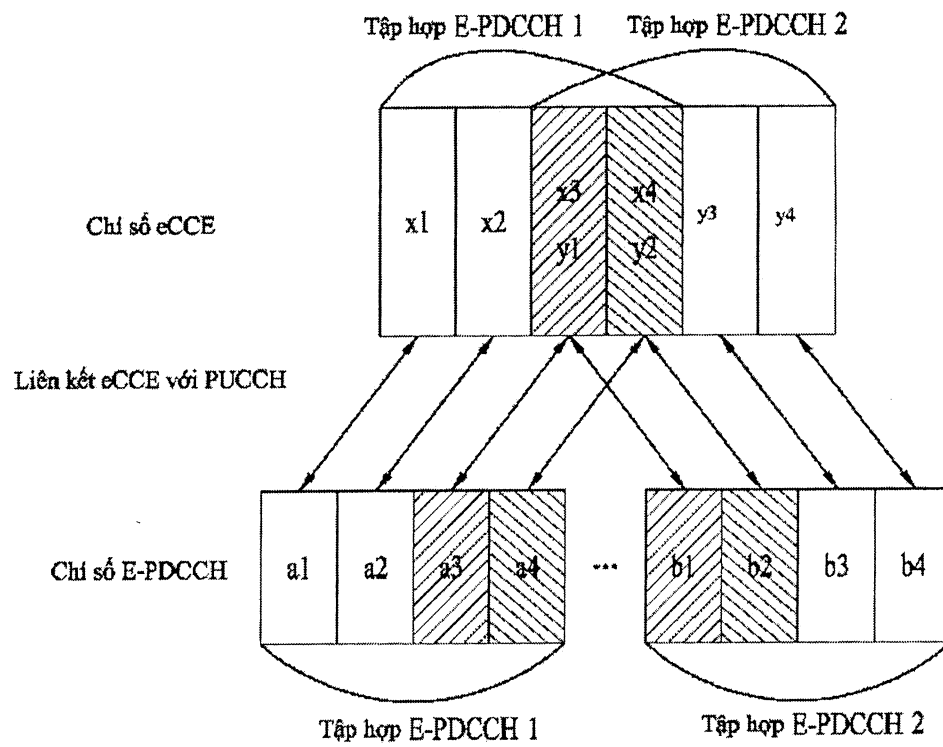


FIG. 17

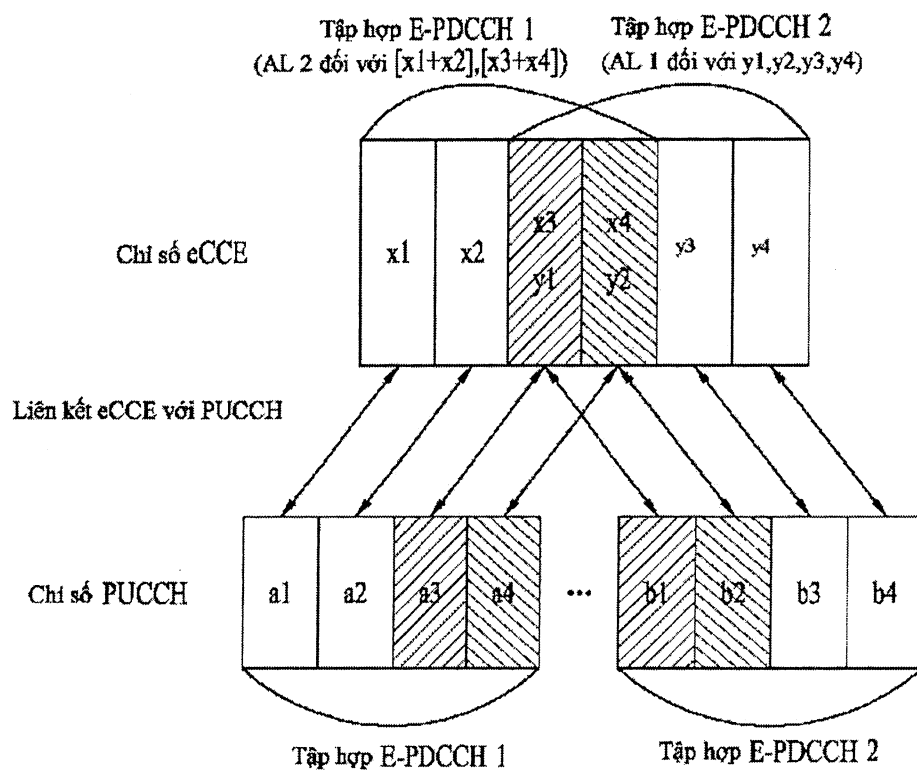
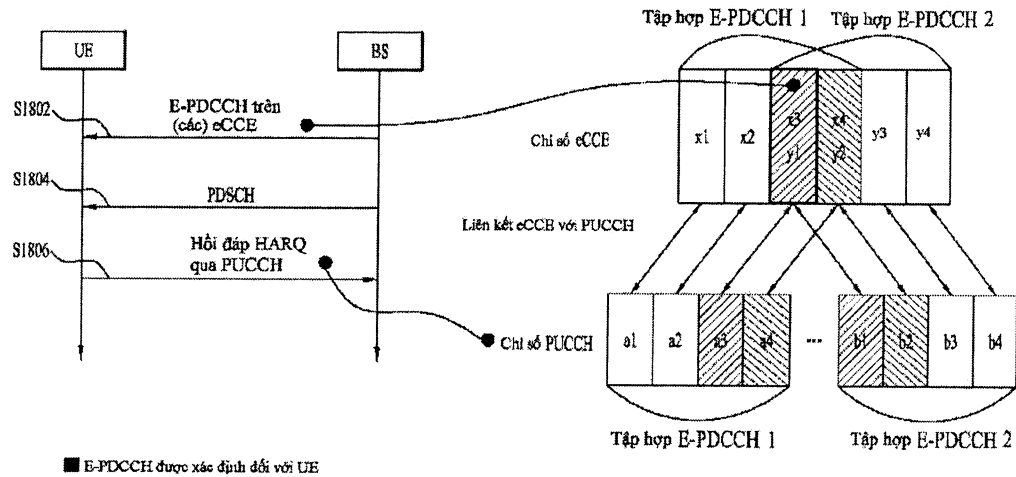


FIG. 18



Nếu không có sự không rõ ràng giữa các tùy chọn E-PDCCH của các tập hợp E-PDCCH 1 và 2, chỉ số PUCCH được liên kết với một trong số các tập hợp E-PDCCH 1 và 2 tương ứng được sử dụng (ví dụ, chỉ số PUCCH a3 được liên kết với eCCE x3 hoặc chỉ số PUCCH b1 được liên kết với eCCE y1).

Nếu có sự không rõ ràng giữa các tùy chọn E-PDCCH của các tập hợp E-PDCCH 1 và 2, chỉ số PUCCH được liên kết với tập hợp E-PDCCH 1 được sử dụng (ví dụ, chỉ số PUCCH a3 được liên kết với eCCE x3).

FIG. 19

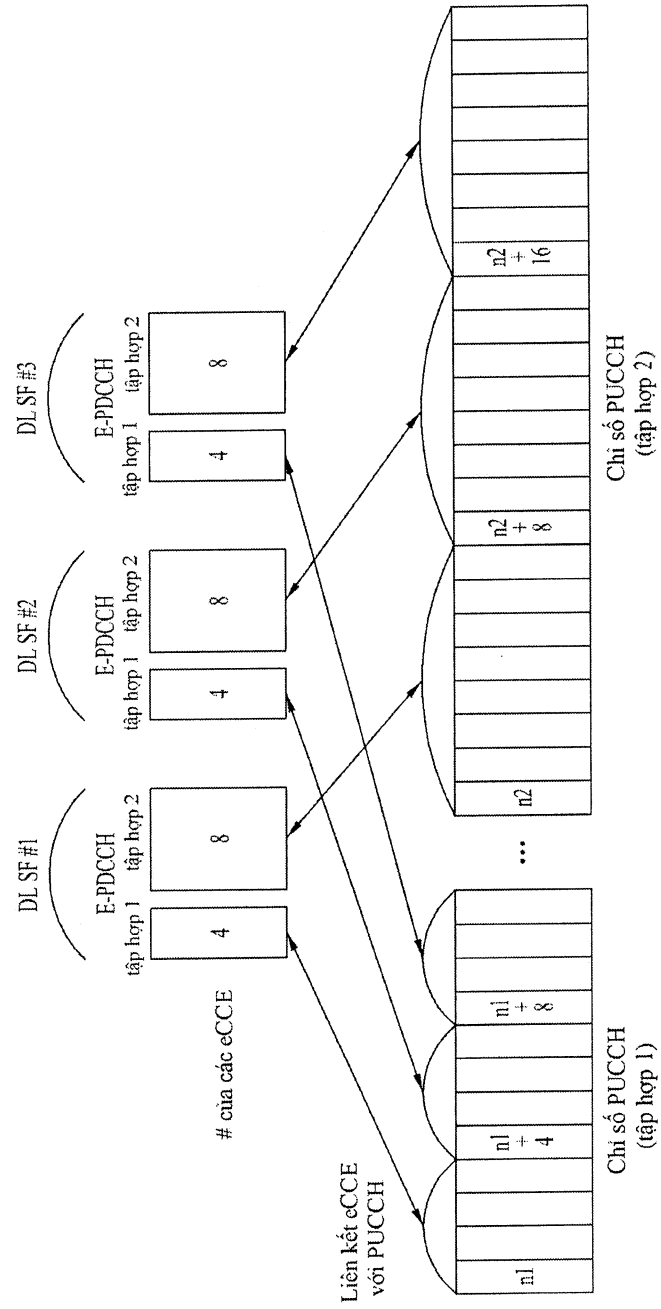


FIG. 20

