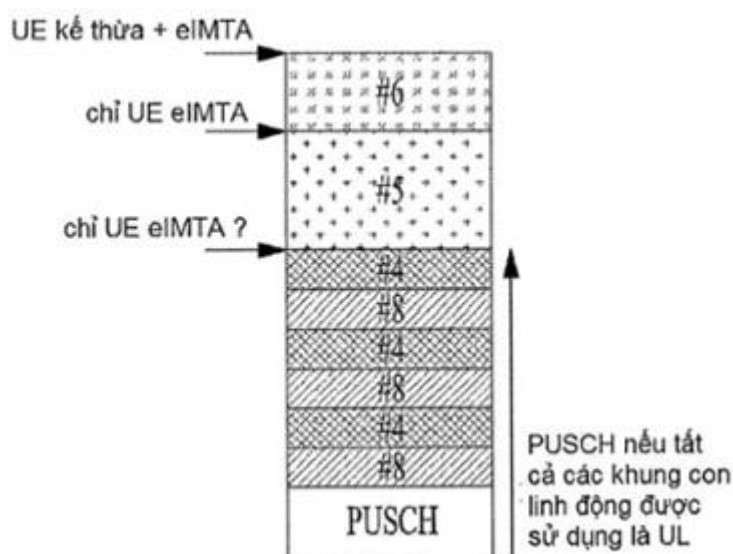


(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp dùng cho thiết bị người dùng truyền hồi đáp xác nhận thu đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, bao gồm các bước: thu tín hiệu đường xuống từ khung con n; và truyền hồi đáp xác nhận thu đối với tín hiệu đường xuống từ khung con thứ k từ khung con từ đó tín hiệu đường xuống được thu, trong đó tài nguyên dùng cho hồi đáp xác nhận thu từ khung con thứ k được phân bổ có sự ưu tiên cho các khung con trong nhóm thứ nhất chung cho các khung con đường xuống cần truyền hồi đáp xác nhận thu từ khung con thứ k theo dòng thời gian thứ nhất, và các khung con đường xuống cần truyền hồi đáp xác nhận thu từ khung con thứ k theo dòng thời gian thứ hai.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp và thiết bị để truyền phản hồi thu, khi việc sử dụng khung con đường lên được thay đổi thành khung con đường xuống.

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 như là âm thanh hoặc dữ liệu chẳng hạn. Nói chung, hệ thống truyền thông không dây là hệ thống đa truy cập hỗ trợ truyền thông nhiều người dùng bằng cách chia sẻ các tài nguyên hệ thống khả dụng (băng tần, công suất truyền, v.v.) trong số đó. Chẳng hạn, các hệ thống đa truy cập gồm hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (CDMA - Code Division Multiple Access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA-Frequency Division Multiple Access), hệ thống đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA - Time Division Multiple Access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access), hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA - Single Carrier Frequency Division Multiple Access), và hệ thống đa truy cập phân chia theo tần số đa sóng mang (MC-FDMA - Multi Carrier Frequency Division Multiple Access).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Mục đích của sáng chế là nhằm giải quyết vấn đề thông thường bằng cách đề xuất phương pháp truyền phản hồi thu, khi việc sử dụng của khung con đường lên được thay đổi thành khung con đường xuống trong hệ thống

song công phân chia theo thời gian (TDD - Time Division Duplex).

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rõ rằng các mục đích mà có thể đạt được bởi sáng chế không giới hạn ở những gì đã được mô tả cụ thể ở đây và các mục đích trên và các mục đích khác mà sáng chế có thể đạt được sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây.

Phương tiện giải quyết vấn đề

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp truyền phản hồi thu đường lên trong hệ thống truyền thông không dây, được thực hiện bởi thiết bị người dùng (UE - User Equipment) bao gồm các bước: thu tín hiệu đường xuống trong khung con n , và truyền phản hồi thu đối với tín hiệu đường xuống trong khung con thứ k từ khung con mang tín hiệu đường xuống. Các tài nguyên dùng cho phản hồi thu trong khung con thứ k được phân bổ có sự ưu tiên đối với khung con của nhóm thứ nhất, chung giữa các khung con đường xuống mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ nhất và các khung con đường xuống mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ hai.

Theo khía cạnh khác của sáng chế, UE dùng để truyền phản hồi thu đường lên trong hệ thống truyền thông không dây gồm môđun thu, và bộ xử lý. Bộ xử lý được tạo cấu hình để thu tín hiệu đường xuống trong khung con n và truyền phản hồi thu cho tín hiệu đường xuống trong khung con thứ k từ khung con mang tín hiệu đường xuống. Các tài nguyên dùng cho phản hồi thu trong khung con thứ k được phân bổ có sự ưu tiên đối với khung con của nhóm thứ nhất, chung giữa các khung con đường xuống mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ nhất và các khung con đường xuống mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ hai.

Các khía cạnh trên của sáng chế có thể bao gồm các nội dung dưới đây.

Dòng thời gian thứ nhất có thể được chỉ báo cho UE bởi thông tin hệ

thống, và dòng thời gian thứ hai có thể được áp dụng khi khung con đường lên được sử dụng là khung con đường xuống.

Ít nhất một phần các tài nguyên còn lại ngoại trừ các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ nhất trong số các tài nguyên dùng cho phản hồi thu có thể được phân bổ cho khung con của nhóm thứ hai, ngoại trừ cho khung con chung trong số các khung con mà các phản hồi thu được truyền trong khung con theo dòng thời gian thứ hai.

Các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ hai có thể liên kế các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ nhất.

Các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ hai có thể tách rời các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ nhất bởi dịch vị được xác định trước.

Các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ hai có thể luôn được bao gồm trong các tài nguyên dùng cho định dạng kênh điều khiển đường lên vật lý 3 (PUCCH - Physical Uplink Control Channel).

Nếu dòng thời gian thứ nhất được tuân theo, các tài nguyên được phân bổ cho nhóm thứ hai có thể được phân bổ với sự ưu tiên đối với một trong số khung con đường xuống và khung con đặc biệt từ trong số các khung con của nhóm thứ hai.

Nếu dòng thời gian thứ nhất được tuân theo, các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu được phân bổ cho các khung con tương ứng với các khung con đường lên trong số các khung con của nhóm thứ hai có thể được đan xen.

Tín hiệu đường xuống có thể được chỉ báo bởi kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH - Physical Downlink Control Channel).

Các tài nguyên dùng cho phản hồi thu cần được truyền lặp lại có thể chỉ được bao gồm trong khung con đường lên trong dòng thời gian khả dụng có số lượng ít các khung con đường lên giữa dòng thời gian thứ nhất và dòng thời gian thứ hai.

Nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình lại cho dòng thời gian thứ hai, UE có thể chỉ giám sát khung con đường xuống trong dòng thời gian khả dụng có số lượng các khung con đường lên ít hơn giữa dòng thời gian thứ nhất và dòng thời gian thứ hai.

UE có thể không truyền phản hồi thu cho khung radio trong đó UE không phát hiện thông báo cấu hình lại.

UE có thể truyền phản hồi thu chỉ cho khung con đường được giám sát.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể giải quyết xung đột giữa các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu, điều mà có thể xảy ra khi việc sử dụng khung con đường lên được thay đổi thành khung con đường xuống.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rõ rằng các hiệu quả có thể đạt được bởi sáng chế không giới hạn ở những gì được mô tả cụ thể trên đây và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn từ phần mô tả chi tiết dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, được bao gồm để hiểu thêm về sáng chế và được kết hợp và tạo nên một phần của đơn này, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả dùng để giải thích nguyên lý của sáng chế. Trong các hình vẽ:

Fig.1 minh họa cấu trúc khung radio;

Fig.2 minh họa lưới tài nguyên dùng cho khoảng thời gian của khe đường xuống;

Fig.3 minh họa cấu trúc khung con đường xuống;

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

Fig.5 minh họa việc ánh xạ của các định dạng kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH-Physical Uplink Control Channel) đến các khối tài nguyên vật lý (PRB- Physical Resource Block) đường lên;

Fig.6 minh họa một ví dụ về xác định các tài nguyên PUCCH cho báo nhận/báo nhận phủ định (ACK/NACK-Acknowledgement/Negative Acknowledgement);

Fig.7 minh họa cấu trúc của kênh ACK/NACK trong trường hợp tiền tố tuần hoàn (CP - Cyclic Prefix) thông thường;

Fig.8 minh họa cấu trúc của kênh chỉ báo chất lượng kênh (CQI - Channel Quality Indicator) trong trường hợp CP thông thường;

Fig.9 minh họa cấu trúc của PUCCH mà việc trải khối được áp dụng;

Fig.10 minh họa phương pháp truyền thông tin điều khiển đường lên (UCI - Uplink Control Information) trên kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH - Physical Uplink Shared Channel);

Fig.11, Fig.12, và Fig.13 là các hình vẽ mô tả các phản hồi thu trong hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD - Time Division Duplex);

Các hình vẽ từ Fig.14 đến Fig.17 là các hình vẽ mô tả các phương án của sáng chế; và

Fig.18 là sơ đồ khối của thiết bị truyền và thiết bị thu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây được xây dựng bằng cách kết hợp các yếu tố và các đặc điểm của sáng chế theo dạng định trước. Các yếu tố hoặc các đặc điểm này có thể được xem là tùy chọn trừ khi được đề cập rõ theo cách khác. Mỗi yếu tố hoặc đặc điểm có thể được thực hiện mà không được kết hợp với các yếu tố khác. Ngoài ra, một số yếu tố và/hoặc đặc điểm có thể được kết hợp để tạo cấu hình một phương án của sáng chế. Thứ tự của các thao tác được

thảo luận trong các phương án của sáng chế có thể được thay đổi. Một số yếu tố hoặc đặc điểm của một phương án cũng có thể được bao gồm trong một phương án khác, hoặc có thể được thay thế bởi các yếu tố hoặc các đặc điểm tương ứng của một phương án khác.

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả, tập trung vào mối quan hệ truyền thông dữ liệu giữa trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Trạm gốc dùng làm nút đầu cuối của mạng mà qua đó trạm gốc truyền thông trực tiếp với đầu cuối. Các thao tác cụ thể được minh họa như được thực hiện bởi trạm gốc trong bản mô tả này có thể cũng được thực hiện bởi nút phía trên của trạm gốc, nếu cần.

Nói cách khác, rõ ràng là các hoạt động khác nhau cho phép truyền thông với đầu cuối trong mạng được tạo nên từ một số nút mạng gồm trạm gốc có thể được thực hiện bởi trạm gốc hoặc các nút mạng không phải là trạm gốc. Thuật ngữ "trạm gốc (BS)" có thể được thay thế bằng các thuật ngữ như là "trạm cố định," "Node-B," "eNode-B (eNB)," và "điểm truy cập". Thuật ngữ "chuyển tiếp" có thể được thay thế bằng các thuật ngữ như "nút chuyển tiếp (RN - relay node)" và "trạm chuyển tiếp (RS - Relay Station)". Thuật ngữ "đầu cuối" cũng có thể được thay thế bằng các thuật ngữ như "thiết bị người dùng (UE - User Equipment)," "trạm di động (MS - Mobile Station)," "trạm thuê bao di động (MSS - Mobile Subscriber Station)" và "trạm thuê bao (SS - Subscriber Station)".

Cần lưu ý rằng các thuật ngữ cụ thể được bộc lộ trong sáng chế được đề xuất để thuận tiện cho việc mô tả và hiểu rõ hơn sáng chế, và các thuật ngữ cụ thể đó có thể được đổi sang các dạng khác nằm trong phạm vi kỹ thuật hoặc nguyên lý của sáng chế.

Trong một số trường hợp, các cấu trúc và các thiết bị đã biết có thể được bỏ qua hoặc các sơ đồ khối chỉ minh họa các chức năng chính của các cấu trúc và các thiết bị có thể được đưa ra, để không làm khó hiểu khái niệm của sáng chế. Các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả này đề cập đến cùng các bộ phận hoặc các phần giống nhau.

Các phương án lấy làm ví dụ của sáng chế được hỗ trợ bởi các tài liệu chuẩn được bộc lộ cho ít nhất một trong số các hệ thống truy cập không dây gồm hệ thống của Viện kỹ thuật điện và điện tử (IEEE - Institute of Electrical And Electronics Engineers) 802, hệ thống dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP - 3rd Generation Partnership Project), hệ thống phát triển dài hạn (LTE -Long Term Evolution) 3GPP, hệ thống LTE cải tiến (LTE-advanced), và hệ thống 3GPP2. Cụ thể là, các bước hoặc các bộ phận, mà không được mô tả trong các phương án của sáng chế để ngăn việc làm khó hiểu nguyên lý kỹ thuật của sáng chế, có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu ở trên. Tất cả các thuật ngữ được sử dụng ở đây có thể được hỗ trợ bởi các tài liệu nêu trên.

Các phương án của sáng chế được mô tả dưới đây có thể được áp dụng cho các công nghệ truy cập không dây khác nhau như là đa truy cập phân chia theo mã (CDMA - Code Division Multiple Access), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA - Frequency Division Multiple Access), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA - Time Division Multiple Access), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access), đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (SC-FDMA - Single Carrier Frequency Division Multiple Access), và tương tự. CDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như truy cập radio mặt đất toàn cầu (UTRA - Universal Terrestrial Radio Access) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM - Global System For Mobile Communication)/dịch vụ radio gói tổng hợp (GPRS - General Packet Radio Service)/các tốc độ dữ liệu nâng cao dùng cho sự phát triển GSM (EDGE - Enhanced data rates for GSM evolution). OFDMA có thể được thể hiện qua các công nghệ không dây như IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, và UTRA được phát triển (E-UTRA - Evolved UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS - Universal Mobile Telecommunications System). Phát triển dài hạn (LTE) dự án hợp tác thế hệ thứ 3 (3GPP) là một phần của E-UMTS (UMTS phát triển), mà nó sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE áp dụng OFDMA ở đường xuống và áp dụng SC-

FDMA ở đường lên. LTE cải tiến (LTE-A) là phiên bản được phát triển của 3GPP LTE. WiMAX có thể được giải thích bởi IEEE 802.16e (hệ thống tham chiếu MAN-OFDMA không dây) và IEEE 802.16m được nâng cấp (hệ thống nâng cấp MAN-OFDMA không dây). Để rõ ràng hơn, phần mô tả dưới đây tập trung vào hệ thống 3GPP LTE và hệ thống 3GPP LTE-A. Tuy nhiên, nguyên lý của sáng chế không bị giới hạn ở đây.

Kênh/Cấu trúc tài nguyên LTE/LTE-A

Dưới đây, cấu trúc khung radio sẽ được mô tả dựa vào Fig.1.

Ở hệ thống truyền thông gói không dây OFDM chia ô, gói dữ liệu đường lên/đường xuống (UL- uplink)/(DL-downlink) được truyền dựa vào khung con, và một khung con được định rõ là khoảng thời gian định trước bao gồm các ký hiệu OFDM. Chuẩn 3GPP LTE hỗ trợ cấu trúc khung radio loại-1 ứng dụng được cho hệ thống song công phân chia theo tần số (FDD - Frequency Division Duplex) và cấu trúc khung radio loại-2 ứng dụng được cho hệ thống song công phân chia theo thời gian (TDD - Time Division Duplex).

Fig.1(a) minh họa cấu trúc khung radio loại-1. Khung radio đường xuống được chia thành mười khung con. Mỗi khung con bao gồm hai khe trong miền thời gian. Thời gian được đưa ra để truyền một khung con được định rõ là khoảng thời gian truyền (TTI - Transmission Time Interval). Ví dụ, khung con có thể có khoảng thời gian là 1 ms và một khe có thể có khoảng thời gian là 0,5ms. Khe có thể bao gồm các ký hiệu OFDM trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (RB - Resource Block) trong miền tần số. Do 3GPP LTE áp dụng OFDMA cho đường xuống, ký hiệu OFDM thể hiện một khoảng ký hiệu. Ký hiệu OFDM có thể được đề cập là ký hiệu SC-FDMA hoặc khoảng ký hiệu. Khối tài nguyên (RB - Resource Block), mà là bộ phân bổ tài nguyên, có thể bao gồm các sóng mang con liên kề trong khe.

Số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong một khe tùy thuộc vào cấu hình của tiền tố tuần hoàn (CP - Cyclic Prefix). Các CP được chia thành

CP mở rộng và CP thông thường. Đối với CP thông thường cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Đối với CP mở rộng cấu hình mỗi ký hiệu OFDM, khoảng thời gian của mỗi ký hiệu OFDM mở rộng và do đó số lượng các ký hiệu OFDM được bao gồm trong khe nhỏ hơn trong trường hợp của CP thông thường. Đối với CP mở rộng, khe có thể bao gồm, ví dụ, 6 ký hiệu OFDM. Khi trạng thái kênh không ổn định như trong trường hợp di chuyển tốc độ cao của UE, CP mở rộng có thể được sử dụng để làm giảm nhiễu liên ký hiệu.

Khi CP thông thường được sử dụng, mỗi khe bao gồm 7 ký hiệu OFDM, và do đó mỗi khung con bao gồm 14 ký hiệu OFDM. Trong trường hợp này, hai hoặc ba ký hiệu OFDM thứ nhất của mỗi khung con có thể được phân bổ tới kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH - Physical Downlink Control Channel) và ba ký hiệu OFDM khác có thể được phân bổ tới kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH - Physical Downlink Shared Channel).

Fig.1(b) minh họa cấu trúc khung radio loại-2. Khung radio loại-2 bao gồm hai nửa khung, mỗi nửa khung có 5 khung con, khe thời gian điều khiển đường xuống (DwPTS – Downlink Pilot Time Slot), khoảng bảo vệ (GP - Guard Period), và khe thời gian điều khiển đường lên (UpPTS - Uplink Pilot Time Slot). Mỗi khung con bao gồm hai khe. DwPTS được sử dụng để tìm kiếm ô ban đầu, đồng bộ hóa, hoặc đánh giá kênh trong UE, trong khi đó UpPTS được sử dụng để đánh giá kênh trong eNB và đồng bộ hóa truyền UL trong UE. GP được tạo ra để loại trừ nhiễu diễn ra trong UL do trễ đa đường của tín hiệu DL giữa DL và UL. Không quan tâm đến loại khung radio, khung con của khung radio bao gồm hai khe.

Ở đây, các cấu trúc khung radio được minh họa chỉ là các ví dụ, và các cải biến khác nhau có thể được thực hiện với số lượng các khung con được bao gồm trong khung radio, số lượng các khe được bao gồm trong khung con, hoặc số lượng các ký hiệu được bao gồm trong khe.

Fig.2 là sơ đồ minh họa lưới tài nguyên dùng cho một khe DL. Khe DL

bao gồm 7 ký hiệu OFDM trong miền thời gian và RB bao gồm 12 sóng mang con trong miền tần số. Tuy nhiên, các phương án của sáng chế không bị giới hạn ở đây. Đối với CP thông thường, khe có thể bao gồm 7 ký hiệu OFDM. Đối với CP mở rộng, khe có thể bao gồm 6 ký hiệu OFDM. Mỗi phần tử trong lưới tài nguyên được đề cập đến là phần tử tài nguyên (RE - Resource Element). RB bao gồm 12×7 RE. Số lượng N^{DL} của các RB được bao gồm trong khe đường xuống tùy thuộc vào băng tần truyền DL. Khe UL có thể có cấu trúc tương tự như khe DL.

Fig.3 minh họa cấu trúc khung con DL. Lên tới ba ký hiệu OFDM thứ nhất của khe thứ nhất trong khung con DL được sử dụng là vùng điều khiển mà các kênh điều khiển được phân bổ và các ký hiệu OFDM khác của khung con DL được sử dụng là vùng dữ liệu mà PDSCH được phân bổ. Các kênh điều khiển DL được sử dụng trong 3GPP LTE bao gồm, ví dụ, kênh chỉ báo dạng điều khiển vật lý (PCFICH - Physical Control Format Indicator Channel), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH - Physical Downlink Control Channel), và kênh chỉ báo yêu cầu lặp tự động lai vật lý (HARQ - Physical Hybrid Automatic Repeat Request) (PHICH). PCFICH được truyền ở ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con, mang thông tin về số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho bước truyền của các kênh điều khiển trong khung con. PHICH mang tín hiệu HARQ ACK/NACK khi hồi đáp truyền đường lên. Thông tin điều khiển được mang trên PDCCH được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI - Downlink Control Information). DCI bao gồm thông tin lập lịch UL hoặc DL hoặc các lệnh điều khiển công suất truyền UL cho các nhóm UE. PDCCH phân phối thông tin về việc phân bổ tài nguyên và định dạng truyền tải về kênh chia sẻ DL (DL-SCH – DL-Shared Channel), thông tin phân bổ tài nguyên về kênh chia sẻ UL (UL-SCH – UL-Shared Channel), thông tin phân trang của kênh phân trang (PCH - Paging Channel), thông tin hệ thống trên DL-SCH, thông tin về việc phân bổ tài nguyên dùng cho thông báo điều khiển lớp cao hơn như phản hồi truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH, tập hợp các lệnh điều khiển công suất truyền cho các UE đơn của nhóm UE, thông tin điều khiển công suất truyền, và thông tin kích hoạt thoại

qua giao thức internet (VoIP – Voice Over Internet Protocol). Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. PDCCH được tạo nên bằng cách tập hợp lại một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển liên kề (CCEs – Consecutive Control Channel Elements). CCE là bộ phân bổ logic được sử dụng để tạo ra PDCCH ở tốc độ mã hóa dựa vào trạng thái của kênh radio. CCE tương ứng với các nhóm RE. Định dạng của PDCCH và số lượng các bit khả dụng cho PDCCH được xác định tùy thuộc vào sự tương quan giữa số lượng các CCE và tốc độ mã hóa được tạo ra bởi các CCE. eNB xác định định dạng PDCCH theo DCI được truyền tới UE và bổ sung kiểm tra độ dư tuần hoàn (CRC - Cyclic Redundancy Check) tới thông tin điều khiển. CRC được che bởi ký hiệu nhận dạng (ID- Identifier) đã biết là ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI - Radio Network Temporary Identifier) theo chủ sở hữu hoặc việc sử dụng của PDCCH. Nếu PDCCH được hướng tới UE cụ thể, CRC của nó có thể được che bởi RNTI-ô (C-RNTI - cell-RNTI) của UE. Nếu PDCCH là cho thông báo phân trang, CRC của PDCCH có thể được che bởi ký hiệu nhận dạng chỉ báo phân trang (P-RNTI – Paging Indicator Identifier). Nếu PDCCH phân phối thông tin hệ thống, cụ thể là, khối thông tin hệ thống (SIB – System Information Block), CRC của nó có thể được che bởi ID thông tin hệ thống và RNTI thông tin hệ thống (SI-RNTI – System Information RNTI). Để chỉ báo rằng PDCCH phân phối phản hồi truy cập ngẫu nhiên khi phản hồi tiền tố truy cập ngẫu nhiên được truyền bởi UE, CRC của nó có thể được che bởi RNTI-truy cập ngẫu nhiên (RA-RNTI – Random Access -RNTI).

Fig.4 minh họa cấu trúc khung con UL. Khung con UL có thể được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong miền tần số. Kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) mang thông tin điều khiển đường lên được phân bổ cho vùng điều khiển và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PUSCH) mang dữ liệu người sử dụng được phân bổ cho vùng dữ liệu. Để duy trì tính chất sóng mang đơn, UE không đồng thời truyền PUSCH và PUCCH. PUCCH cho UE được phân bổ tới cặp RB trong khung con. Các RB của cặp RB chiếm dụng các sóng mang con khác nhau trong hai khe. Điều này thường được gọi là nhảy

tần của cặp RB được phân bổ tới PUCCH qua ranh giới khe.

PUCCH

Thông tin điều khiển UL (UCI – UL Control Information) được truyền qua PUCCH có thể bao gồm yêu cầu lập lịch (SR- Scheduling Request), thông tin HARQ ACK/NACK, và thông tin đo kênh DL.

Thông tin HARQ ACK/NACK có thể được tạo ra tùy thuộc vào việc giải mã của gói dữ liệu DL trên PDSCH thành công hay không. Trong hệ thống truyền thông không dây thông thường, 1 bit được truyền là thông tin ACK/NACK cho việc truyền từ mã đơn DL và 2 bit được truyền như thông tin ACK/NACK cho việc truyền 2 từ mã DL.

Thông tin đo kênh có thể đề cập đến thông tin phản hồi được liên kết với hệ thống nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO - Multiple Input Multiple Output) và bao gồm bộ chỉ báo chất lượng kênh (CQI – Channel Quality Indicator), chỉ số ma trận tiền mã hóa (PMI – Precoding Matrix Index), và bộ chỉ báo thứ hạng (RI - Rank Indicator). Thông tin đo kênh có thể được đề cập chung là CQI. 20 bit có thể được sử dụng trong mỗi khung con để truyền CQI.

PUCCH có thể được giải điều biến nhờ sử dụng hệ thống khóa dịch pha nhị phân (BPSK - Binary Phase Shift Keying) và hệ thống khóa dịch pha cầu phương (QPSK - Quadrature Phase Shift Keying). Thông tin điều khiển của các UE có thể được truyền qua PUCCH. Khi ghép kênh phân chia theo mã (CDM - Code Division Multiplexing) được thực hiện để phân biệt giữa các tín hiệu của các UE, tự tương quan zero biên độ không đổi (CAZAC - Constant Amplitude Zero Autocorrelation) với chiều dài là 12 chủ yếu được sử dụng. Chuỗi CAZAC có các đặc tính duy trì biên độ không đổi trong miền thời gian và miền tần số và do đó phù hợp với việc giảm tỉ lệ công suất đỉnh so với trung bình (PAPR - Peak-To-Average Power Ratio) hoặc số đo lập phương (CM- Cubic Metric) của UE để tăng lên vùng phủ sóng. Ngoài ra, thông tin ACK/NACK tương ứng với dữ liệu DL được truyền qua PUCCH được phủ sóng nhờ sử dụng chuỗi trực giao hoặc vùng trực giao (OC - Orthogonal

Cover).

Ngoài ra, thông tin điều khiển được truyền trên PUCCH có thể được phân biệt nhờ sử dụng các chuỗi được dịch vị theo chu kỳ có các giá trị dịch vị theo chu kỳ (CS - Cyclic Shift) khác nhau. Chuỗi dịch vị theo chu kỳ có thể được tạo ra bằng cách dịch vị theo chu kỳ chuỗi gốc bởi lượng CS cụ thể. Lượng CS cụ thể được chỉ báo bởi chỉ số CS. Số lượng các CS khả dụng có thể thay đổi tùy thuộc vào trải trễ kênh. Các loại chuỗi khác nhau có thể được sử dụng là chuỗi gốc và chuỗi CAZAC nêu trên là một ví dụ về chuỗi gốc.

Ngoài ra, lượng thông tin điều khiển mà UE có thể truyền trong khung con có thể được xác định tùy thuộc vào số lượng các ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các ký hiệu SC-FDMA ngoại trừ ký hiệu SC-FDMA được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu (RS – Reference Signal) cho việc phát hiện PUCCH rõ ràng) mà có thể được sử dụng để truyền thông tin điều khiển.

Trong 3GPP LTE, PUCCH được định rõ theo bảy định dạng khác nhau theo thông tin điều khiển được truyền, hệ thống điều biến và lượng thông tin điều khiển. Các thuộc tính của lượng thông tin điều khiển được truyền (UCI – Uplink Control Information) cho mỗi định dạng PUCCH có thể được tóm tắt như được thể hiện trong bảng 1.

Bảng 1

Định dạng PUCCH	Hệ thống điều biến	Số lượng các bit của mỗi khung con	Sử dụng	V.v.
1	N/A	N/A	SR (Yêu cầu lập lịch)	
1a	BPSK	1	ACK/NACK	Một từ khóa
1b	QPSK	2	ACK/NACK	Hai từ khóa
2	QPSK	20	CQI	Mã hóa kết hợp ACK/NACK (CP mở rộng)
2a	QPSK+BPSK	21	CQI+ ACK/NACK	Chỉ CP thông thường
2b	QPSK+BPSK	22	CQI+ ACK/NACK	Chỉ CP thông thường

Định dạng PUCCH 1 được sử dụng để truyền chỉ SR. Khi SR được truyền một mình, dạng sóng không điều biến được áp dụng, mà sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Định dạng PUCCH la hoặc lb được sử dụng ở bước truyền HARQ ACK/NACK. Khi chỉ HARQ ACK/NACK được truyền trong khung con, định dạng PUCCH la hoặc lb có thể được sử dụng. Theo cách khác, HARQ ACK/NACK và SR có thể được truyền trong cùng khung con nhờ sử dụng định dạng PUCCH la hoặc lb.

Định dạng PUCCH 2 được sử dụng ở bước truyền CQI, trong khi đó định dạng PUCCH 2a hoặc 2b được sử dụng ở bước truyền CQI và HARQ ACK/NACK. Đối với CP mở rộng, định dạng PUCCH 2 có thể được sử dụng ở bước truyền CQI và HARQ ACK/NACK.

Fig.5 minh họa việc ánh xạ của các định dạng PUCCH tới các vùng PUCCH trong các khối tài nguyên vật lý UL. Trên Fig.5, $n_{PUCCH}^{(2)}$ thể hiện số lượng các khối tài nguyên trên UL, và $0, 1, \dots, n_{PUCCH}^{(2)} - 1$ thể hiện các số khối tài nguyên vật lý. Về cơ bản, PUCCH được ánh xạ tới các cạnh đối diện của khối tần số UL. Như được minh họa trên Fig.5, các định dạng PUCCH 2/2a/2b được ánh xạ tới các vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=0$ và 1 , mà có thể thể hiện rằng các định dạng PUCCH 2/2a/2b được ánh xạ tới các khối tài nguyên được đặt ở các cạnh-dải tần. Ngoài ra, các định dạng PUCCH 2/2a/2b và các định dạng PUCCH 1/1a/1b có thể được trộn và được ánh xạ tới vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=2$. Các định dạng PUCCH 1/1a/1b có thể được ánh xạ tới các vùng PUCCH được chỉ báo bởi $m=3, 4$, và 5 . Số lượng ($n_{PUCCH}^{(1)}$) của các PUCCH RB khả dụng có thể được chỉ báo tới các UE trong ô bởi định dạng PUCCH 2/2a/2b, qua báo hiệu truyền thanh.

Các tài nguyên PUCCH

BS phân bổ tài nguyên PUCCH cho việc truyền UCI tới UE bằng cách ẩn hoặc hiện qua báo hiệu lớp cao hơn.

Đối với ACK/NACK, các ứng viên tài nguyên PUCCH có thể được thiết đặt cho UE bởi lớp cao hơn. Trong số các ứng viên tài nguyên PUCCH, tài nguyên PUCCH được sử dụng bởi UE có thể được xác định bằng cách ẩn. Ví dụ, UE có thể thu PDSCH từ BS và truyền ACK/NACK đến bộ dữ liệu tương ứng qua tài nguyên PUCCH hoàn toàn được xác định bởi tài nguyên PDCCH mang thông tin lập lịch về PDSCH.

Fig.6 minh họa ví dụ về việc xác định các tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK.

Trên LTE, tài nguyên PUCCH cho thông tin ACK/NACK không được phân bổ trước tới các UE. Ngoài ra, các tài nguyên PUCCH được sử dụng riêng bởi các UE trong ô ở mỗi thời điểm. Cụ thể là, tài nguyên PUCCH mà UE sử dụng để truyền ACK/NACK hoàn toàn được xác định dựa vào PDCCH mang thông tin lập lịch về PDSCH mà phân phối dữ liệu DL. Toàn bộ vùng trong đó PDCCH được truyền trong khung con DL bao gồm các phần tử kênh điều khiển (CCEs – Control Channel Elements) và PDCCH được truyền tới UE bao gồm một hoặc nhiều CCE. CCE bao gồm các (ví dụ, 9) nhóm phần tử tài nguyên (REGs – Resource Element Groups). Một REG bao gồm bốn phần tử tài nguyên (Res – Resource Elements) mà ở lân cận với RS được loại trừ. UE truyền ACK/NACK qua tài nguyên PUCCH ẩn mà được xuất phát hoặc được tính toán theo chức năng của chỉ số CCE cụ thể (ví dụ, chỉ số CCE thứ nhất hoặc thấp nhất) từ trong số các chỉ số CCE được bao gồm trên PDCCH được thu bởi UE.

Dựa vào Fig.6, mỗi chỉ số tài nguyên PUCCH tương ứng với tài nguyên PUCCH cho ACK/NACK. Như được minh họa trên Fig.6, giả sử rằng thông tin lập lịch về PDSCH được truyền tới UE trên PDCCH bao gồm các CCE #4, #5 và #6. UE truyền ACK/NACK tới BS trên PUCCH, ví dụ, PUCCH #4 được xuất phát hoặc được tính toán từ chỉ số CCE thấp nhất 4 cấu thành PDCCH. Fig.6 minh họa trường hợp trong đó lên tới M' CCE có mặt ở DL và lên tới M PUCCH có mặt ở UL. M có thể tương đương với M' , nhưng cũng có thể thiết đặt M khác M' và để ánh xạ các CCE tới các PUCCH bằng cách chồng lấp.

Ví dụ, chỉ số tài nguyên PUCCH có thể được xác định bằng phương trình sau.

Phương trình 1

$$n_{PUCCH}^{(1)} = n_{CCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

Ở đây, $n_{PUCCH}^{(1)}$ thể hiện chỉ số của tài nguyên PUCCH để truyền ACK/NACK, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ thể hiện giá trị phát tín hiệu được thu từ lớp cao hơn. n_{CCE} có thể thể hiện chỉ số thấp nhất của các chỉ số ECCE được sử dụng ở bước truyền PDCCH.

Cấu trúc kênh PUCCH

Các định dạng PUCCH 1a/1b sẽ được mô tả dưới đây trước tiên.

Theo các định dạng PUCCH 1a/1b, ký hiệu được điều biến nhờ sử dụng BPSK hoặc QPSK được nhân với chuỗi CAZAC có chiều dài là 12. Ví dụ, nhân ký hiệu điều biến $d(0)$ với chuỗi CAZAC $r(n)$ ($n=0, 1, 2, \dots, N-1$) có chiều dài là N cho kết quả là $y(0), y(1), y(2), \dots, y(N-1)$. Các ký hiệu $y(0), y(1), y(2), \dots$, và $y(N-1)$ có thể được gọi là khối của các ký hiệu. Sau khi ký hiệu điều biến được nhân với chuỗi CAZAC, việc trải rộng qua các khối nhờ sử dụng chuỗi trực giao được áp dụng.

Chuỗi Hadamard với chiều dài là 4 được sử dụng cho thông tin ACK/NACK chung, trong khi phép biến đổi Fourier rời rạc (DFT - Discrete Fourier Transform) với chiều dài là 3 được sử dụng để cho thông tin ACK/NACK được rút ngắn và tín hiệu tham chiếu. Đối với CP mở rộng, chuỗi Hadamard với chiều dài là 2 được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu.

Fig.7 minh họa cấu trúc kênh ACK/NACK cho CP thông thường. Fig.7 thể hiện bằng ví dụ cấu trúc của kênh PUCCH ở bước truyền HARQ ACK/NACK không có CQI. Ba ký hiệu SC-FDMA liên kề ở giữa bảy ký hiệu SC-FDMA mang các RS và bốn ký hiệu SC-FDMA còn lại mang các tín hiệu

ACK/NACK. Đối với CP mở rộng, hai ký hiệu liền kề ở giữa các ký hiệu SC-FDMA có thể mang các RS. Số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho RS có thể thay đổi tùy thuộc vào kênh điều khiển, và số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho tín hiệu ACK/NACK được liên kết với RS có thể thay đổi tùy thuộc vào số lượng và các vị trí của các ký hiệu được sử dụng cho RS.

Thông tin ACK/NACK 1 bit và thông tin ACK/NACK 2-bit (mà không được đổi tần số) có thể được thể hiện trên ký hiệu điều biến HARQ ACK/NACK nhờ lần lượt sử dụng BPSK và QPSK. ACK có thể được mã hóa là 1, và NACK có thể được mã hóa là 0.

Khi tín hiệu điều khiển được truyền trong dải tần được phân bổ, trải hai hướng được áp dụng để nâng cao khả năng ghép kênh. Nghĩa là, trải miền tần số và trải miền thời gian đồng thời được áp dụng để tăng lên số lượng các UE hoặc các kênh điều khiển mà có thể được ghép kênh. Để trải tín hiệu ACK/NACK trong miền tần số, chuỗi miền tần số được sử dụng là chuỗi cơ bản. Chuỗi Zadoff-Chu (ZC - Zadoff-Chu), một trong số các chuỗi CAZAC, có thể được sử dụng là chuỗi miền tần số. Ví dụ, các dịch vị vòng khác nhau (CSs - cyclic shifts) có thể được áp dụng vào chuỗi ZC, mà là chuỗi cơ bản, để ghép kênh các UE khác nhau hoặc các kênh điều khiển khác nhau. Số lượng các tài nguyên CS được hỗ trợ bởi các ký hiệu SC-FDMA cho các PUCCH RB để truyền HARQ ACK/NACK được thiết đặt bởi thông số phát tín hiệu lớp cao hơn ô cụ thể ($\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$), và $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}} \in \{1, 2, 3\}$ thể hiện 12, 6 hoặc 4 dịch vị.

Tín hiệu ACK/NACK trải miền tần số được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã trải trực giao. Với mã trải trực giao, chuỗi Walsh-Hadamard hoặc chuỗi DFT có thể được sử dụng. Ví dụ, tín hiệu ACK/NACK có thể được trải nhờ sử dụng các chuỗi trực giao (w_0, w_1, w_2, w_3) với chiều dài là 4 cho bốn ký hiệu. Ngoài ra, RS cũng có thể được trải nhờ sử dụng chuỗi trực giao

với chiều dài là 3 hoặc 2, mà được đề cập đến là vùng trực giao (OC – Orthogonal Covering).

Các UE có thể được ghép kênh trong hệ thống ghép kênh phân chia theo mã (CDM - Code Division Multiplexing) nhờ sử dụng các tài nguyên CS trong miền tần số và các tài nguyên OC trong miền thời gian như được nêu trên. Nghĩa là, thông tin ACK/NACK và các RS của số lượng lớn các UE có thể được ghép kênh trên cùng PUCCH RB.

Trong CDM trải miền thời gian, số lượng các mã trải được hỗ trợ cho thông tin ACK/NACK được giới hạn bởi số lượng các ký hiệu RS. Nghĩa là, số lượng các ký hiệu SC-FDMA ở bước truyền RS nhỏ hơn số lượng các ký hiệu SC-FDMA ở bước truyền ACK/NACK, và do đó khả năng ghép kênh của RS thấp hơn khả năng ghép kênh của thông tin ACK/NACK. Ví dụ, trong trường hợp của CP thông thường, thông tin ACK/NACK có thể được truyền trong bốn ký hiệu, nhưng ba mã trải trực giao được sử dụng chứ không phải là bốn mã trải trực giao cho thông tin ACK/NACK. Điều này là do số lượng các ký hiệu truyền RS được giới hạn ở ba và do đó chỉ ba mã trải trực giao có thể được sử dụng cho RS.

Các ví dụ về chuỗi trực giao được sử dụng trong trải thông tin ACK/NACK được thể hiện trên bảng 2 và bảng 3. Bảng 2 thể hiện chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 4 và bảng 3 thể hiện chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 3. Chuỗi cho ký hiệu có chiều dài là 4 được sử dụng trong các định dạng PUCCH 1/1a/1b của cấu hình khung con thông thường. Xem xét trường hợp trong đó SRS được truyền trên ký hiệu cuối cùng của khe thứ hai trong cấu hình khung con, chuỗi cho ký hiệu với chiều dài là 4 có thể được áp dụng cho khe thứ nhất và các định dạng PUCCH 1/1a/1b được rút ngắn của chuỗi cho ký hiệu với chiều dài là 3 có thể được áp dụng cho khe thứ hai.

Bảng 2

Chỉ số chuỗi $n_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s)$	Các chuỗi trực giao $[w(0) \cdots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	$[+1 \ +1 \ +1 \ +1]$
1	$[+1 \ -1 \ +1 \ -1]$
2	$[+1 \ -1 \ -1 \ +1]$

Bảng 3

Chỉ số chuỗi $n_{oc}^{(\tilde{p})}(n_s)$	Các chuỗi trực giao $[w(0) \cdots w(N_{SF}^{PUCCH} - 1)]$
0	$[1 \ 1 \ 1]$
1	$[1 \ e^{j2\pi/3} \ e^{j4\pi/3}]$
2	$[1 \ e^{j4\pi/3} \ e^{j2\pi/3}]$

Khi ba ký hiệu được sử dụng cho bước truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho bước truyền thông tin ACK/NACK trong khe của khung con của CP thông thường, nếu, ví dụ, sáu CS trong miền tần số và ba tài nguyên OC trong miền thời gian được cho phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 18 UE khác nhau có thể được ghép kênh trên PUCCH RB. Khi hai ký hiệu được sử dụng cho bước truyền RS và bốn ký hiệu được sử dụng cho bước truyền thông tin ACK/NACK trong khe của khung con của CP mở rộng, nếu, ví dụ, sáu CS trong miền tần số và hai tài nguyên OC trong miền thời gian được cho phép được sử dụng, các tín hiệu HARQ ACK/NACK từ 12 UE khác nhau có thể được ghép kênh trên PUCCH RB.

Dưới đây, định dạng PUCCH 1 sẽ được mô tả. Yêu cầu lập lịch (SR – Scheduling Request) được truyền bởi yêu cầu lập lịch của UE hoặc không yêu cầu lập lịch của UE. Kênh SR sử dụng lại cấu trúc kênh ACK/NACK trong các

định dạng PUCCH 1a/1b và được tạo cấu hình bằng cách khóa bật-tắt (OOK - On-Off Keying) dựa vào thiết kế của kênh ACK/NACK. RS không được truyền trên kênh SR. Do đó, chuỗi với chiều dài là 7 được sử dụng trong trường hợp của CP thông thường, và chuỗi với chiều dài là 6 được sử dụng trong trường hợp của CP mở rộng. Các CS khác hoặc các vùng trực giao có thể được phân bổ tới SR và ACK/NACK. Nghĩa là, trong việc thực hiện việc truyền của SR dương, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được phân bổ cho SR. Trong việc thực hiện bước truyền của SR âm, UE truyền HARQ ACK/NACK qua các tài nguyên được phân bổ cho ACK/NACK.

Dưới đây, các định dạng PUCCH 2/2a/2b sẽ được mô tả. Các định dạng PUCCH 2/2a/2b là các kênh điều khiển ở bước truyền của phản hồi đo kênh (CQI, PMI và RI).

Khoảng báo cáo của phản hồi đo kênh (dưới đây, được đề cập đến là thông tin CQI) và bộ tần số (hoặc độ phân giải tần số) đưa đi đo có thể được điều khiển bởi BS. Các báo cáo CQI theo chu kỳ và không theo chu kỳ có thể được hỗ trợ trong miền thời gian. Định dạng PUCCH 2 có thể được sử dụng chỉ cho báo cáo theo chu kỳ và PUSCH có thể được sử dụng cho báo cáo không theo chu kỳ. Trong trường hợp của báo cáo không theo chu kỳ, BS có thể lệnh cho UE truyền báo cáo CQI đơn trên tài nguyên được lập lịch cho việc truyền dữ liệu UL.

Fig.8 minh họa cấu trúc kênh CQI cho CP thông thường. Các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (các ký hiệu thứ hai và thứ sáu) từ trong số các ký hiệu SC-FDMA #0 tới #6 của khe có thể được sử dụng để truyền tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DMRS – Demodulation Reference Signal), và thông tin CQI có thể được truyền trên các ký hiệu SC-FDMA còn lại. Trong trường hợp của CP mở rộng, một ký hiệu SC-FDMA (Ký hiệu SC-FDMA #3) được sử dụng để truyền DMRS.

Trong các định dạng PUCCH 2/2a/2b, việc điều biến bởi chuỗi CAZAC được hỗ trợ, và ký hiệu được điều biến theo QPSK được nhân với chuỗi

CAZAC với chiều dài là 12. CS của chuỗi được thay đổi giữa các ký hiệu và giữa các khe. OC được sử dụng cho DMRS.

Trong số bảy ký hiệu SC-FDMA được bao gồm trong khe, hai ký hiệu SC-FDMA được đặt cách bởi khoảng ba ký hiệu SC-FDMA mang các DMRS và năm ký hiệu SC-FDMA còn lại mang thông tin CQI. Hai RS được sử dụng trong khe để hỗ trợ UE tốc độ cao. UE được nhận dạng nhờ sử dụng chuỗi CS. Các ký hiệu thông tin CQI được điều biến thành các ký hiệu SC-FDMA và được truyền. Ký hiệu SC-FDMA bao gồm chuỗi. Nghĩa là, UE điều biến CQI thành mỗi chuỗi và truyền các chuỗi.

Số lượng các ký hiệu mà có thể được truyền trong TTI là 10 và QPSK được xác định cho việc điều biến của thông tin CQI. Khi việc ánh xạ QPSK được sử dụng cho các ký hiệu SC-FDMA, ký hiệu SC-FDMA có thể mang 2 bit giá trị CQI và do đó khe có thể mang 10 bit giá trị CQI. Do đó, tối đa 20 bit giá trị CQI có thể được mang trong khung con. Để trải thông tin CQI trong miền tần số, mã trải miền tần số được sử dụng.

Chuỗi CAZAC với chiều dài là 12 (ví dụ, Chuỗi ZC) có thể được sử dụng để trải mã miền tần số. Các kênh điều khiển có thể được phân biệt với nhau nhờ sử dụng các chuỗi CAZAC có các giá trị CS khác. Thông tin CQI trải miền tần số được đưa tới NIFFT.

12 UE khác có thể là được ghép kênh trực giao trong cùng PUCCH RB nhờ sử dụng 12 CS được đặt cách tương đương. Đối với CP thông thường, chuỗi DMRS trên các ký hiệu SC-FDMA #1 và #5 (các ký hiệu SC-FDMA #3 đối với CP mở rộng) giống với chuỗi tín hiệu CQI trong miền tần số, nhưng chuỗi DMRS không được điều biến như trong trường hợp của thông tin CQI. UE có thể được thiết đặt bán tĩnh bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn để báo cáo theo chu kỳ các loại CQI, PMI và RI khác trên tài nguyên PUCCH được chỉ báo bởi chỉ số tài nguyên PUCCH $n_{PUCCH}^{(2)}$. Ở đây, chỉ số tài nguyên PUCCH $N_{PUCCH}^{(2)}$ là thông tin chỉ báo vùng PUCCH và giá trị CS được sử dụng cho việc truyền định dạng PUCCH 2/2a/2b.

Dưới đây, định dạng PUCCH nâng cao (e-PUCCH - enhanced-PUCCH) sẽ được mô tả. Định dạng e-PUCCH có thể tương ứng với định dạng PUCCH 3 trong LTE-A. Trải khối có thể được áp dụng vào bước truyền ACK/NACK nhờ sử dụng định dạng PUCCH 3.

Trải khối là phương pháp điều biến tín hiệu điều khiển nhờ sử dụng SC-FDMA, mà được phân biệt với dãy định dạng PUCCH 1 hoặc 2. Như được thể hiện trên Fig.9, chuỗi ký hiệu có thể được trải trong miền thời gian nhờ sử dụng mã vùng trực giao (OCC – Orthogonal Cover Code) và được truyền. Các tín hiệu điều khiển của các UE có thể được ghép kênh trong cùng RB nhờ sử dụng OCC. Trong trường hợp của định dạng PUCCH 2 được mô tả ở trên, chuỗi ký hiệu được truyền trong miền thời gian và các tín hiệu điều khiển của nhiều UE được ghép kênh nhờ sử dụng CS của chuỗi CAZAC. Mặt khác, trong trường hợp của định dạng PUCCH dựa vào sự trải khối (ví dụ, định dạng PUCCH 3), chuỗi ký hiệu được truyền trong miền tần số và các tín hiệu điều khiển của nhiều UE được ghép kênh qua trải miền thời gian dựa vào OCC.

Fig.9(a) minh họa ví dụ về việc tạo ra và truyền bốn ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với chiều dài là 4 (hoặc hệ số trải (SF - spreading factor)=4) trong chuỗi ký hiệu trong một khe. Trong trường hợp này, ba ký hiệu RS (nghĩa là, các phần RS) có thể được sử dụng trong một khe.

Fig.9(b) minh họa ví dụ về việc tạo ra và truyền năm ký hiệu SC-FDMA (nghĩa là, các phần dữ liệu) nhờ sử dụng OCC với chiều dài là 5 (hoặc SF=5) trong chuỗi ký hiệu trong một khe. Trong trường hợp này, hai ký hiệu RS có thể được sử dụng trong một khe.

Ở các ví dụ trên Fig.9, các ký hiệu RS có thể được tạo ra từ chuỗi CAZAC mà giá trị CS cụ thể được áp dụng vào, và OCC định trước có thể được áp dụng vào (hoặc được nhân với) các ký hiệu RS và được truyền. Nếu 12 ký hiệu điều biến được sử dụng mỗi ký hiệu OFDM (hoặc ký hiệu SC-FDMA) và mỗi ký hiệu điều biến được tạo ra theo QPSK trong các ví dụ trên

Fig.9, số lượng tối đa các bit mà có thể được truyền trong khe là $12 \times 2 = 24$. Do đó, tổng cộng các bit mà có thể được truyền trong hai khe là 48. Khi cấu trúc kênh PUCCH sử dụng hệ thống trải khối được sử dụng, có thể truyền thông tin điều khiển mở rộng so với trường hợp của các định dạng PUCCH 1 và 2 hiện có.

Hệ thống ghép kênh ACK/NACK

Ở bước ghép kênh ACK/NACK, nội dung của ACK/NACK tới các bộ dữ liệu có thể được nhận dạng bởi sự kết hợp của bộ ACK/NACK thực tế được sử dụng ở bước truyền ACK/NACK và một trong các ký hiệu QPSK được điều biến. Ví dụ, giả sử rằng bộ ACK/NACK mang 2 bit thông tin và thu tối đa hai bộ dữ liệu. Ở đây, được giả sử rằng HARQ ACK/NACK cho mỗi bộ dữ liệu được thu được thể hiện bởi bit ACK/NACK. Trong trường hợp này, bộ truyền mà đã truyền dữ liệu có thể nhận dạng các kết quả ACK/NACK như được thể hiện dưới đây trong bảng 4.

Bảng 4

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0), b(1)$
ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
DTX, DTX	N/A	N/A

Trên bảng 4, HARQ-ACK(i) (i=0, 1) thể hiện kết quả ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu i. Do tối đa hai bộ dữ liệu (bộ dữ liệu 0 và bộ dữ liệu 1) được giả sử được thu như được nêu trên, kết quả ACK/NACK tương ứng

với bộ dữ liệu 0 được thể hiện như HARQ-ACK(0) và kết quả ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu 1 được thể hiện như HARQ-ACK(1) trên bảng 4. Dựa vào bảng 4, DTX (Truyền không liên tục) chỉ báo rằng bộ dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i) không được truyền hoặc rằng bộ thu không thể phát hiện sự có mặt của bộ dữ liệu tương ứng với HARQ-ACK(i). Ngoài ra, $n_{\text{PUCCH},X}^{(1)}$ thể hiện bộ ACK/NACK thực tế được sử dụng ở bước truyền ACK/NACK. Khi có tối đa hai bộ ACK/NACK, các bộ ACK/NACK có thể được thể hiện là $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ và $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Ngoài ra, b(0), b(1) thể hiện hai bit được truyền bởi các bộ ACK/NACK được chọn. Các ký hiệu điều biến được truyền qua các bộ ACK/NACK được xác định tùy thuộc vào các bit của b(0) và b(1).

Ví dụ, khi bộ thu thu thành công và giải mã hai bộ dữ liệu (như được chỉ báo bởi ACK, ACK trên bảng 4), bộ thu truyền hai bit (1, 1) nhờ sử dụng bộ ACK/NACK $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$. Nếu bộ thu giải mã thất bại (hoặc phát hiện) bộ dữ liệu thứ nhất (nghĩa là, bộ dữ liệu 0 tương ứng với HARQ-ACK(0)) của hai bộ dữ liệu được thu và giải mã thành công bộ dữ liệu thứ hai (nghĩa là bộ dữ liệu 1 tương ứng với HARQ-ACK(1)) (như được chỉ báo bởi NACK/DTX, ACK trên bảng 4), bộ thu truyền hai bit (0, 0) nhờ sử dụng bộ ACK/NACK $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$.

Như vậy, có thể truyền thông tin ACK/NACK về các bộ dữ liệu nhờ sử dụng một bộ ACK/NACK bằng cách kết nối hoặc ánh xạ sự kết hợp của bộ ACK/NACK được chọn và các bit thực tế của bộ ACK/NACK được truyền (nghĩa là, sự kết hợp của $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ hoặc $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ được chọn và b(0), b(1) trên bảng 4) tới nội dung của ACK/NACK thực tế. Bước ghép kênh ACK/NACK cho nhiều hơn hai bộ dữ liệu có thể sẵn sàng được thực hiện bằng cách mở rộng nguyên lý của bước ghép kênh ACK/NACK nêu trên.

Trong hệ thống ghép kênh ACK/NACK được mô tả ở trên, NACK và DTX không thể được phân biệt với nhau khi ít nhất một ACK có mặt với mỗi bộ dữ liệu (nghĩa là, NACK và DTX có thể được ghép lại là NACK/DTX như được thể hiện trên bảng 4). Điều này là do tất cả các trạng thái ACK/NACK (nghĩa là, các giả thuyết ACK/NACK) có thể được tạo ra khi NACK và DTX

được phân biệt với nhau không thể được thể hiện bởi chỉ các kết hợp của các bộ ACK/NACK và các ký hiệu QPSK được điều biến. Khi ACK không có mặt cho bất kỳ bộ dữ liệu nào (nghĩa là, khi chỉ NACK hoặc DTX có mặt cho tất cả các bộ dữ liệu), trường hợp xác định đơn của NACK chỉ báo rằng chỉ một trong số các HARQ-ACK(i) là NACK xác định (nghĩa là, NACK được phân biệt với DTX) có thể được định rõ. Trong trường hợp này, bộ ACK/NACK tương ứng với bộ dữ liệu cho NACK xác định có thể được dự trữ ở bước truyền của các tín hiệu ACK/NACK.

Cổng PUCCH

Ở bước truyền UL trong hệ thống LTE 3GPP kế thừa (ví dụ, hệ thống phiên bản-8), việc truyền sóng mang đơn với tính chất số đo lập phương (CM - Cubic Metric) tốt hoặc tỉ lệ công suất đỉnh so với trung bình tốt (PAPR - Peak-To-Average Power Ratio), mà ảnh hưởng tới việc thực hiện của bộ khuếch đại công suất, được duy trì để sử dụng hữu hiệu bộ khuếch đại công suất của UE. Nghĩa là, các đặc tính sóng mang đơn của dữ liệu được truyền có thể được duy trì qua việc tiền mã hóa DFT trong trường hợp của bước truyền PUSCH trong hệ thống LTE kế thừa. Trong trường hợp của bước truyền PUCCH, các đặc tính sóng mang đơn có thể được duy trì bằng cách mang thông tin trên chuỗi có các đặc tính sóng mang đơn. Tuy nhiên, nếu dữ liệu tiền mã hóa DFT không tiếp tục được phân bổ trên trục tần số, hoặc nếu PUSCH và PUCCH đồng thời được truyền, các đặc tính sóng mang đơn như vậy không được duy trì.

Do đó, khi bước truyền PUSCH diễn ra trong cùng khung con như cho bước truyền PUCCH như được minh họa trên Fig.10, thông tin điều khiển đường lên (UCI – Uplink Control Information) được truyền trên PUCCH có thể được cộng thêm cùng với dữ liệu qua PUSCH để duy trì các đặc tính sóng mang đơn.

Như được trước đây, LTE UE kế thừa không thể đồng thời truyền PUCCH và PUSCH, và UCI (CQI/PMI, HARQ-ACK, RI, v.v.) được ghép

kênh vào vùng PUSCH trong khung mang PUSCH. Ví dụ, khi CQI và/hoặc PMI được truyền trong khung con được phân bổ cho bước truyền PUSCH, thông tin điều khiển và dữ liệu có thể được truyền cùng với nhau bằng cách ghép kênh dữ liệu UL-SCH với CQI/PMI trước khi trải DFT. Trong trường hợp này, dữ liệu UL-SCH được khớp tỉ lệ khi xem xét các tài nguyên CQI/PMI. Thông tin điều khiển như HARQ ACK, RI, v.v. có thể được ghép kênh vào vùng PUSCH bằng cách làm thùng dữ liệu UL-SCH.

PDCCH nâng cao (EPDCCH)

EPDCCH mà có thể được truyền trong vùng PDSCH kế thừa được coi là giải pháp cho sự thiếu khả năng PDCCH và nhiễu liên ô gây ra bởi do đa điểm phối hợp (CoMP- Coordinated Multi-Point), nhiễu đầu vào nhiễu đầu ra-nhiều người dùng (MU-MIMO - Multi User-Multiple Input Multiple Output), v.v. trong hệ thống LTE vượt ra ngoài phiên bản 11. So với PDCCH dựa trên CRS kế thừa, EPDCCH cho phép đối với đánh giá kênh dựa trên tín hiệu tham chiếu giải điều biến (DMRS- Demodulation Reference Signal) để đạt được lợi ích tiền mã hóa.

Tùy thuộc vào cấu hình của cặp khối tài nguyên vật lý (PRB- Physical Resource Block) được sử dụng cho bước truyền EPDCCH, bước truyền EPDCCH được phân bổ và bước truyền EPDCCH được phân phối có thể được xác định. Bước truyền EPDCCH được phân bổ nghĩa là các ECCE được sử dụng cho một bước truyền DCI là liên kề trong miền tần số, và bước tiền mã hóa cụ thể có thể được sử dụng để đạt được lợi ích tạo chùm. Chẳng hạn, bước truyền EPDCCH được phân bổ có thể dựa trên nhiều ECCE liên kề như được xác định bởi mức độ kết hợp. Ngược lại, bước truyền EPDCCH được phân phối nghĩa là một EPDCCH được truyền trong các cặp PRB được phân phối trong miền tần số. Bước truyền EPDCCH được phân phối đưa ra lợi ích đa dạng về tần số. Chẳng hạn, bước truyền EPDCCH được phân phối có thể dựa trên ECCE có 4 EREG được bao gồm trong mỗi cặp PRB được phân phối. Một hoặc hai tập hợp EPDCCH PRB có thể được tạo cấu hình cho UE bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn và một tập hợp EPDCCH PRB có thể được sử

dụng cho một trong số bước truyền EPDCCH được phân bổ và bước truyền EPDCCH được phân phối.

Để thu/lấy DCI từ EPDCCH, UE có thể thực hiện giải mã mù theo cách tương tự như trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Cụ thể hơn là, UE có thể cố gắng giải mã (giám sát) tập hợp ứng viên EPDCCH cho mỗi mức tổng hợp, đối với các định dạng DCI tương ứng với chế độ truyền được tạo cấu hình. Tập hợp ứng viên EPDCCH cần được giám sát có thể được gọi là khoảng tìm kiếm cụ thể cho EPDCCH UE và khoảng tìm kiếm này có thể được tạo cấu hình/thiết đặt cho mỗi mức tổng hợp. So với hệ thống LTE/LTE-A kế thừa nêu trên, các mức tổng hợp $\{1, 2, 4, 8, 16, 32\}$ là có sẵn theo loại khung con, độ dài CP, và lượng các tài nguyên có sẵn trong cặp PRB.

Nếu EPDCCH được tạo cấu hình cho UE, UE đánh chỉ số các RE được bao gồm trong tập hợp cặp PRB là các EREG và đánh chỉ số các EREG này trên cơ sở ECCE. UE xác định các ứng viên EPDCCH mà tạo ra khoảng tìm kiếm dựa trên các ECCE được đánh chỉ số và thực hiện giải mã mù trên các ứng viên EPDCCH được xác định, do đó thu thông tin điều khiển. Ở đây, EREG và ECCE lần lượt tương ứng với REG và CCE của hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Một cặp PRB có thể gồm 16 EREG.

Trong khi nhận EPDCCH, UE có thể truyền ACK/NACK cho EPDCCH trên PUCCH. Các chỉ số của các tài nguyên đối với bước truyền ACK/NACK, tức là, các chỉ số của các tài nguyên PUCCH có thể được xác định bởi giá trị thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE được sử dụng cho bước truyền EPDCCH, tương tự phương trình 1, tức là, theo phương trình 2 dưới đây.

Phương trình 2

$$n_{PUCCH-ECCE}^{(1)} = n_{ECCE} + N_{PUCCH}^{(1)}$$

Trong phương trình 2, $n_{PUCCH-ECCE}^{(1)}$ là chỉ số tài nguyên PUCCH, n_{ECCE} là giá trị thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE được sử dụng cho

bước truyền EPDCCH, và $N_{PUCCH}^{(1)}$ (hoặc $N_{PUCCH,EPDCCH}^{(1)}$) là điểm khởi đầu của các chỉ số tài nguyên PUCCH, được chỉ báo bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn.

Tuy nhiên, nếu chỉ số tài nguyên PUCCH được xác định vô điều kiện bởi phương trình 2, sự xung đột tài nguyên có thể xảy ra. Chẳng hạn, nếu hai tập hợp EPDCCH PRB được tạo cấu hình, việc đánh chỉ số ECCE được thực hiện độc lập ở mỗi tập hợp EPDCCH PRB. Do đó, các tập hợp EPDCCH PRB có thể có cùng chỉ số ECCE thấp nhất. Mặc dù vấn đề này có thể được giải quyết bằng cách thiết đặt các điểm bắt đầu của các tài nguyên PUCCH khác nhau cho các người sử dụng khác nhau, bước thiết đặt các điểm bắt đầu của các tài nguyên PUCCH khác nhau cho tất cả những người sử dụng những lượng để dự phòng là số lượng lớn các tài nguyên PUCCH, là không hiệu quả. Ngoài ra, DCI từ nhiều người sử dụng có thể được truyền ở cùng vị trí ECCE trên EPDCCH, như là trường hợp có MU-MIMO. Để giải quyết vấn đề này, dịch vị tài nguyên HARQ-ACK (ARO- Resource Offset) đã được đưa vào. ARO cho phép tránh sự xung đột giữa các tài nguyên PUCCH bằng cách dịch vị các tài nguyên PUCCH, mà được xác định dựa trên giá trị thấp nhất trong số các chỉ số của các ECCE của EPDCCH và dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH được chỉ báo bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn, bởi mức độ được định trước. ARO được chỉ báo trong 2 bit của định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D được truyền trên EPDCCH, như được minh họa trong bảng 5.

Bảng 5

Trường dịch vị tài nguyên ACK/NACK ở định dạng DCI 1A/1B/1D/1/2A/2/2B/2C/2D	Δ_{ARO}
0	0
1	-1
2	-2
3	2

eNB có thể lựa chọn một trong số các giá trị ARO được liệt kê trong bảng 5 và chỉ báo giá trị ARO được lựa chọn cho UE cụ thể trong định dạng DCI, sao cho UE cụ thể có thể sử dụng giá trị ARO trong việc xác định các tài nguyên PUCCH. UE có thể phát hiện trường ARO từ định dạng DCI và truyền phản hồi thu trong các tài nguyên PUCCH được xác định dựa trên giá trị ARO.

Truyền phản hồi thu trong TDD

So sánh với FDD, UL và DL không được phân biệt bởi tần số trong TDD. Do đó, có thể xảy ra trường hợp các phản hồi thu cho (các PDSCH của) các khung con DL được truyền trong một khung con UL. Trường hợp này sẽ được mô tả dựa vào Fig.11. Fig.11(a) minh họa các cấu hình UL-DL được sử dụng trong TDD, và Fig.11(b) minh họa phản hồi thu trong cấu hình UL-DL TDD 2. Dựa vào Fig.11, trong trường hợp cấu hình UL-DL TDD 2, các khung con có sẵn là các khung con UL được giới hạn ở các khung con 2 và 7. Do đó, các phản hồi thu cho tám khung con DL (gồm các khung con đặc biệt) cần được truyền trong hai khung con UL (các khung con 2 và 7). Nhằm mục đích này, các chỉ số tập hợp liên kết DL được xác định như được minh họa trong bảng 6 dưới đây.

Bảng 6

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

Tập hợp liên kết DL K gồm các yếu tố $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$ trong mỗi khung con UL và M là kích thước của sổ báo, chỉ báo số lượng các khung con DL mà tập hợp liên kết DL k được giả định mang các phản hồi thu. Đối với mỗi cấu hình UL-DL được liệt kê trong bảng 6, số được viết trong hàng thứ nhất chỉ ra có bao nhiêu khung con khung con DL là sớm hơn khung con UL hiện thời. Chẳng hạn, trong cấu hình UL-DL 2, khung con 2 mang các phản hồi thu cho các khung con sớm hơn thứ 8, thứ 7, thứ 4, và thứ 6 từ khung con 2 (tức là, các khung con 4, 5, 8, và 6 trong khung radio trước đó), như được minh họa trên Fig.11(b). Để giúp cho việc hiểu rõ, hàng thứ hai của mỗi cấu hình UL-DL chỉ ra chỉ số của khung con được chỉ báo bởi số được viết trong hàng thứ nhất. Đối với cấu hình UL-DL 2, 4, 5, 8, và 6 được viết trong hàng thứ hai. Các số này chỉ các chỉ số của các khung con DL mà khung con 2 nên mang các phản hồi thu. Trong bảng 6, () nghĩa là khung con của khung radio trước đó, [] nghĩa là khung con của khung radio hiện thời, và số mà không có dấu ngoặc nghĩa là khung con của khung radio sớm hơn thứ hai từ khung radio hiện thời.

Nếu thông tin điều khiển được truyền trên PDCCH, các tài nguyên PUCCH để truyền phản hồi thu trong TDD có thể được phân bổ theo phương trình 3.

Phương trình 3

$$n_{\text{PUCCH}}^{(1, \tilde{p}_0)} = (M - m - 1) \cdot N_c + m \cdot N_{c+1} + n_{\text{CCE}, m} + N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$$

Trong phương trình 3, p_0 là cổng anten, $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ là giá trị được chỉ báo bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn, $N_c = \max\left\{0, \left\lfloor \frac{N_{\text{RB}}^{\text{DL}} \cdot (N_{\text{sc}}^{\text{RB}} \cdot c - 4)}{36} \right\rfloor \right\}$, $n_{\text{CCE}, m}$ thể hiện CCE thứ nhất được sử dụng để truyền PDCCH trong khung con $n - k_m$ ở đó k_m là giá trị nhỏ nhất để phát hiện PDCCH trong tập hợp k, và c là giá trị mà UE lựa chọn từ $\{0, 1, 2, 3\}$ để thỏa mãn $N_c \leq n_{\text{CCE}} < N_{c+1}$.

Fig.12 minh họa một ví dụ về phân bổ tài nguyên PUCCH dựa trên phương trình nêu trên. Trong Fig.12, được giả định rằng có các tài nguyên được phân bổ để truyền các phản hồi thu cho ba khung con DL (khung con thứ nhất, khung con thứ hai, và khung con thứ ba) và ba nhóm CCE (các nhóm CCE 1, 2, và 3 mỗi nhóm gồm một ký hiệu OFDM ở trên). Như được minh họa trên Fig.12, để phân bổ các tài nguyên PUCCH cho mỗi khung con DL trong khung con UL, các tài nguyên PUCCH cho ba khung con DL được phân bổ/được sắp xếp/được gói liền kề từ nhóm CCE 1. Sau đó, các tài nguyên PUCCH được phân bổ theo cách tương tự từ nhóm CCE 2 và nhóm CCE 3. Do đó, các tài nguyên PUCCH khác nhau được phân bổ cho các khung con DL khác nhau bất kể cùng chỉ số CCE, do đó tránh xung đột. Ngoài ra, vì các PDCCH có cùng chỉ số CCE không được truyền trong một khung con DL tới các UE khác nhau, nên không xảy ra sự xung đột.

Đối với TDD EPDCCH, các tài nguyên PUCCH cho tập hợp EPDCCH-PRB thứ j của khung con thứ m có thể được xác định bằng phương trình 4.

Phương trình 4

$$n_{PUCCH,m,j}^{(1)} = \Delta_{ARO} + f(n_{eCCE}, p) + N_{PUCCH,j}^{(1)} + \sum_{i=0}^{m-1} N_{eCCE,i,j}$$

Trong phương trình trên, $\Delta_{ARO} = \{-2, -1, 0, 2\}$, $N_{PUCCH,j}^{(1)}$ là khoảng trống tài nguyên PUCCH, $f(n_{eCCE}, p) = \begin{cases} \text{Localized:} & \lfloor n_{eCCE,j}/N \rfloor \cdot N + k_p \\ \text{Distributed:} & n_{eCCE,j} \end{cases}$, $n_{eCCE,j}$ là chỉ số ECCE thứ nhất được sử dụng cho bước truyền EPDCCH trong tập hợp EPDCCH-PRB thứ j , N là số lượng các ECCE trên mỗi cặp PRB, k_p là công DMRS được sử dụng để giải điều biến EPDCCH, và nếu $N=1$, $k_p = \{0, 1, 2, 3\}$ hoặc nếu $N=2$, $k_p = \{0, 1\}$. Theo phương trình 4, các tài nguyên PUCCH được ghép nối liền kề cho mỗi tập hợp EPDCCH PRB theo trình tự tập liên kết để truyền các phản hồi thu cho các khung con DL trong một khung con UL. Chẳng hạn, đối với tập hợp EPDCCH-PRB j trong cấu hình UL-DL 5, vùng tài

nguyên PUCCH được dự trữ trong khung con 2, cho các khung con tương ứng với tập hợp liên kết {13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6}. Fig.12 minh họa ví dụ này. Trên Fig.12, mỗi khối là vùng tài nguyên PUCCH cho mỗi khung con tương ứng với tập hợp liên kết, m là chỉ số của khung con DL mà phản hồi thu được truyền trong khung con 2 (tức là, chỉ số chuỗi trong tập hợp liên kết {13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6}). Chẳng hạn, nếu $m=1$, m tương ứng với 12 (khung con trước đó thứ mười hai được đếm từ khung con 2 = khung con 0 trong khung radio trước đó), và $N_{eCCE,i,j}$ chỉ số lượng các ECCE trong khung con thứ i của tập hợp EPDCCH-PRB j .

Sử dụng khung con UL làm khung con DL (quản lý nhiễu nâng cao và thích ứng lưu lượng (eIMTA))

Trong TDD, mỗi khung con (ngoại trừ khung con đặc biệt được tạo cấu hình cho chuyển UL-DL) được tạo cấu hình trước là khung con UL hoặc khung con DL. Dựa vào bảng 7 dưới đây, cụ thể là trong cấu hình UL-DL 0, các khung con 0 và 5 được tạo cấu hình trước là các khung con DL và các khung con 2, 3, 4, 7, 8, và 9 được tạo cấu hình trước là các khung con UL trong một khung radio. Cấu hình UL-DL mà eNB cụ thể sẽ sử dụng có thể được chỉ báo cho UE bởi một phần của thông tin hệ thống (ví dụ, SIB 1). Các eNB liên kế có thể được tập trung để sử dụng cùng cấu hình TDD, tức là, cùng cấu hình UL-DL do nhiễu hoặc tương tự.

Bảng 7

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

(D: khung con DL, U: khung con UL, và S: khung con đặc biệt)

Ngay cả khi hệ thống được vận hành dựa trên các cấu hình UL-DL được liệt kê trong bảng 7, nếu lượng dữ liệu UL hoặc DL tăng nhanh trong mỗi ô, một hoặc nhiều khung con UL có thể được sử dụng/được chuyển/cho các khung con DL hoặc một hoặc nhiều khung con DL có thể được sử dụng/được chuyển/cho các khung con UL, để truyền đáng tin cậy dữ liệu, do đó tăng hiệu quả.

Trong bảng 8 dưới đây, các khung con UL được che có thể được chuyển tới các khung con DL. Bảng 8 là cho trường hợp nếu chu kỳ chuyển được cho phép thay đổi. Nếu chu kỳ chuyển không được phép thay đổi, các khung con UL mà có thể được chuyển tới các khung con DL được che trong bảng 9.

Bảng 8

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

Bảng 9

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

Ngoài ra, các khung con UL có thể được chuyển tới các khung con DL chỉ khi cấu hình TDD kế thừa được thỏa mãn. Nói cách khác, nếu việc sử dụng của khung con được thay đổi động, cấu hình TDD UL-DL sau khi thay đổi việc sử dụng khung con là một trong số các cấu hình UL-DL được liệt kê trong bảng 7. Chẳng hạn, nếu khung con 4 được chuyển tới khung con DL trong cấu hình UL-DL 0, khung con 9 cũng được chuyển tới khung con DL đồng thời.

Trường hợp này có ưu điểm ở chỗ nó có thể được chỉ báo trong 1 bit dù cấu hình UL-DL có thay đổi hay không.

Như được mô tả ở trên, nếu khung con UL được chuyển tới khung con DL (hoặc ngược lại) trong cấu hình UL-DL được chỉ báo bởi SIB hoặc tương tự, một trong số các cấu hình TDD UL-DL kế thừa có thể được sử dụng là dòng thời gian HARQ. Tức là, nó có thể được gọi là dòng thời gian HARQ (tham chiếu) (dòng thời gian HARQ tham chiếu DL hoặc cấu hình UL/DL tham chiếu DL, dưới đây được gọi là dòng thời gian HARQ tham chiếu DL) trong hệ thống có khung con mà các tài nguyên của nó được thay đổi động. Dòng thời gian tham chiếu HARQ có thể là cấu hình TDD cho việc định thời HARQ mà được sử dụng không tính đến thay đổi tài nguyên động, hoặc cấu hình TDD hiện tại trong tình huống trong đó các tài nguyên đã thay đổi động.

Tức là, các dòng thời gian dưới đây có thể được tạo cấu hình cho UE: i) dòng thời gian HARQ cho cấu hình UL-DL được chỉ báo bởi SIB, ii) dòng thời gian HARQ tham chiếu DL cho thời gian khi HARQ-ACK cho PDSCH/PDCCH cho giải phóng SPS thu ở thời điểm cụ thể cần được truyền (cho CA có các cấu hình TDD khác nhau, dòng thời gian HARQ tham chiếu DL được xác định. Nó được thực hiện để truyền hiệu quả các HARQ-ACK cho hai CC bằng cách thiết đặt dòng thời gian HARQ để truyền phản hồi thu chung cho hai CC. Đặc điểm tương tự cũng có thể được sử dụng cho hệ thống trong đó việc sử dụng các tài nguyên được thay đổi động. Nếu việc sử dụng khung con cụ thể được thay đổi động, HARQ ACK có thể được truyền ổn định ngay cả trong hệ thống trong đó việc sử dụng khung con được thay đổi động bằng cách thiết đặt dòng thời gian HARQ cho khung con UL tương đối tĩnh), iii) dòng thời gian HARQ tham chiếu UL là cho khi truyền PUSCH cho cấp UL được thu ở thời điểm cụ thể và khi để thu PHICH cho PUSCH được truyền ở thời điểm cụ thể (cho truyền và thu PHICH ổn định (PUSCH A/N), dòng thời gian HARQ tham chiếu UL có thể được tạo cấu hình để cấu hình TDD có các khung con UL nhiều nhất), và iv) dòng thời gian HARQ độc lập cho mỗi khung con DL được tạo cấu hình bằng cách phát tín hiệu tách rời (trễ thời gian

xảy ra giữa phát tín hiệu thay đổi sử dụng tài nguyên động bởi tín hiệu lớp cao hơn và thay đổi sử dụng thực. Khung con (SF- SubFrame) riêng trong trễ thời gian có thể trải qua trạng thái không rõ ràng so với dòng thời gian HARQ. SF ngoại trừ như vậy được chỉ báo riêng cho khung con khác với dòng thời gian HARQ được mô tả ở trên, để truyền HARQ ACK. Trạng thái vận hành này không giống như được chỉ báo cho mọi UE. Nếu có bất kỳ UE nào mà trạng thái vận hành này không được chỉ báo, thì hệ thống phân bổ tài nguyên PUCCH được xác định cho UE).

i) Tất cả các UE bên trong ô có thể tuân theo cùng dòng thời gian dựa trên SIB, ii) các UE có đặc tính thứ nhất (ví dụ, các UE không có khả năng eIMTA hoặc các UE kế thừa (dưới đây, được gọi là các LUE) có thể tuân theo dòng thời gian dựa trên SIB và các UE có đặc tính thứ hai (ví dụ, các UE có khả năng eIMTA hoặc các UE được nâng cao (dưới đây, được gọi là các AUE) có thể tuân theo dòng thời gian HARQ được xác định mới nhất, và iii) tất cả các UE có thể tuân theo dòng thời gian HARQ được xác định khác với dòng thời gian dựa trên SIB. Trong số các trường hợp trên, nếu LUE và AUE sử dụng các dòng thời gian khác nhau, sự xung đột có thể xảy ra giữa các tài nguyên PUCCH của LUE và AUE.

Vì các tài nguyên PUCCH được dự trữ trước cho các khung con DL mà các phản hồi thu được truyền trong một khung con UL như được mô tả trước đây, nên việc sử dụng chỉ một dòng thời gian không gây ra sự xung đột. Tuy nhiên, nếu LUE và AUE sử dụng các dòng thời gian HARQ khác nhau như trong ví dụ ở trên, sự xung đột có thể xảy ra. Chẳng hạn, nếu LUE sử dụng cấu hình UL-DL 1 là dòng thời gian HARQ (dòng thời gian thứ nhất) và AUE sử dụng cấu hình UL-DL 2 là dòng thời gian HARQ (dòng thời gian thứ hai) như được minh họa trong bảng 10 dưới đây, LUE và AUE truyền các phản hồi thu cho các khung con DL khác nhau trong khung con UL 2 (LUE truyền các phản hồi thu cho các khung con DL 5 và 6 và AUE truyền các phản hồi thu cho các khung con DL 4, 5, 8, và 6). Kết quả là, LUE và AUE sử dụng các chỉ số CCE/ECCE của các khung con DL khác nhau trong cùng vùng tài nguyên

PUCCH, do đó gây ra sự xung đột giữa các tài nguyên PUCCH.

Bảng 10

Cấu hình UL-DL	Khung con DL n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1 (UE kế thừa)	-	-	(7, 6)	(4)	-	-	-	[7, 6]	[4]	-
	-	-	(5, 6)	(9)	-	-	-	[0, 1]	[4]	-
2 (UE nâng cao)	-	-	(8, 7, 4, 6)	-	-	-	-	(8), [7, 4, 6]	-	-
	-	-	(4, 5, 8, 6)	-	-	-	-	(9), [0, 3, 1]	-	-

Trong phạm vi này, các phương pháp để ngăn chặn xung đột giữa các tài nguyên PUCCH sẽ được mô tả dưới đây.

Phương án 1-1

Nếu UE thu tín hiệu DL trong khung con n trong hệ thống TDD, UE truyền phản hồi thu cho tín hiệu DL trong khung con thứ k từ khung con DL. Nếu eIMTA được áp dụng và các dòng thời gian khác nhau được tạo cấu hình cho LUE và AUE, thì các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu trong khung con thứ k có thể được phân bổ/được sắp xếp/được gởi cho/tới khung con chung giữa dòng thời gian thứ nhất (dòng thời gian cho LUE, mà có thể được chỉ báo bởi SIB 1) và dòng thời gian thứ hai (dòng thời gian cho AUE). Nói cách khác, các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu trong khung con thứ k được phân bổ có sự ưu tiên đối với (các) khung con của nhóm thứ nhất, chung giữa các khung con DL mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ nhất và các khung con DL mà các phản hồi thu được truyền trong khung con thứ k theo dòng thời gian thứ hai.

Dựa vào bảng 11 và bảng 15, chẳng hạn, nếu cấu hình UL-DL 0 và cấu hình UL-DL 2 được sử dụng là các dòng thời gian thứ nhất và thứ hai, tương ứng và các phản hồi thu được truyền trong khung con UL 2, các tài nguyên PUCCH có thể được phân bổ có sự ưu tiên cho khung con DL 6 chung giữa khung con DL 6 mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL 2 theo dòng thời gian thứ nhất và các khung con DL 4, 5, 8, và 6 các phản hồi thu được

truyền trong khung con UL 2 theo dòng thời gian thứ hai. Dựa vào Fig.15, lưu ý rằng các tài nguyên PUCCH được phân bổ với sự ưu tiên cho khung con DL chung, khung con DL 6. Fig.15(a) minh họa trường hợp thu tín hiệu DL bởi PDCCH và Fig.15(b) minh họa trường hợp thu tín hiệu DL bởi EPDCCH.

Bảng 11

Cấu hình UL-DL	Khung con n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0 (dòng thời gian thứ nhất)	-	-	(6)	-	[4]	-	-	[6]	-	[4]
	-	-	(6)	-	[0]	-	-	[1]	-	[5]
...										
2 (dòng thời gian thứ hai)	-	-	(8, 7, 4, 6)	-	-	-	-	(8), [7,4,6]	-	-
	-	-	(4, 5, 8, 6)	-	-	-	-	(9), [0,3,1]	-	-

Tiếp theo, ít nhất một phần của các tài nguyên còn lại có thể được phân bổ cho (các) khung con của nhóm thứ hai, ngoại trừ cho (các) khung con chung trong số các khung con mà các phản hồi thu được truyền trong khung con UL. Các tài nguyên được phân bổ cho (các) khung con của nhóm thứ hai có thể liên kế hoặc bắt đầu cách rời các tài nguyên được phân bổ cho (các) khung con của nhóm thứ nhất bởi dịch vị được định trước. Hoặc các tài nguyên được phân bổ cho (các) khung con của nhóm thứ hai có thể được bao gồm trong các tài nguyên dùng cho định dạng PUCCH khác với định dạng PUCCH mang các phản hồi thu cho (các) khung con của nhóm thứ nhất. Chẳng hạn, các tài nguyên được phân bổ cho (các) khung con của nhóm thứ hai có thể (luôn luôn) được truyền trong định dạng PUCCH 3.

(Các) khung con của nhóm thứ hai có thể được phân loại tiếp và các tài nguyên có thể được phân bổ liên kế cho (các) khung con của nhóm thứ hai theo các đặc tính (cố định/tĩnh hoặc linh động) của các khung con DL. Khung con được cố định/tĩnh có thể là một trong số khung con DL và khung con đặc biệt, khi dòng thời gian thứ nhất được tuân theo. Hoặc khung con được cố định/tĩnh có thể được biên dịch là khung con mà ACK/NACK không được

truyền trong khung con UL tương ứng, khác với dòng thời gian HARQ DL của AUE. Khung con linh động có thể là khung con mà không được chỉ báo là khung con DL hoặc khung con đặc biệt ngay cả trong dòng thời gian thứ nhất. Đồng thời, nếu khung con có tính linh động lớn hơn, nghĩa là khung con có chỉ số khung con lớn hơn trong số các khung con UL liên kề. Sau khi các tài nguyên PUCCH được phân bổ trước tiên cho các khung con được cố định/tĩnh trong số (các) khung con của nhóm thứ hai, các tài nguyên PUCCH có thể được phân bổ liên kề cho các khung con linh động. Ngoài ra, các tài nguyên PUCCH có thể được phân bổ cho khung con kém linh động với sự ưu tiên cao hơn so với khung con linh động hơn trong số các khung con linh động. Trong trường hợp này, các tài nguyên PUCCH cho các khung con có cùng đặc tính và được tạo cấu hình bởi PDCCH có thể được đan xen trên cơ sở ký hiệu OFDM.

Một lần nữa dựa vào bảng 11 và bảng 15, chẳng hạn, các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu có thể được phân bổ trước tiên cho khung con DL 6 chung giữa các dòng thời gian thứ nhất và thứ hai và sau đó cho các khung con DL 4, 5, và 8 còn lại. Trong số các khung con DL 4, 5, và 6, các tài nguyên PUCCH có thể được phân bổ trước tiên cho khung con được cố định/tĩnh, khung con 5 và sau đó cho các khung con linh động, các khung con DL 4 và 8. Như được mô tả trước đây, các tài nguyên PUCCH cho các khung con được tạo cấu hình bởi PDCCH có thể được đan xen như được minh họa trên Fig.15(a).

Phương án 1 có thể được hiểu là chỉ báo các vị trí tài nguyên PUCCH bằng cách sử dụng ánh xạ tài nguyên PUCCH ẩn (các chỉ số CCE/ECCE) cho khung con DL chung cho LUE từ trong số các khung con DL của AUE trong cửa sổ báo và phân bổ các tài nguyên PUCCH hiện (các tài nguyên PUCCH trong khu vực được chỉ báo bởi tín hiệu lớp cao hơn: điều này có nghĩa là việc sử dụng định dạng PUCCH 3 hoặc trường hợp trong đó dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH bổ sung được gán, ngoài dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH chung giữa AUE và LUE bởi tín hiệu lớp cao hơn) cho khung con DL mà

mang PDCCH lập lịch PDSCH chỉ cho AUE hoặc PDCCH cho giải phóng SPS (tức là khung con DL không phải là chung cho LUE).

Theo phương án 1, các tài nguyên PUCCH có thể được phân bổ như sau. Để ngăn chặn sự xung đột giữa các tài nguyên PUCCH của AUE và LUE, LUE góì các tài nguyên PUCCH theo cách thông thường. i) Sau khi AUE góì các tài nguyên PUCCH trước tiên cho khung con chung, AUE góì các tài nguyên PUCCH bằng cách ghép nối các tài nguyên PUCCH cho khung con DL được giám sát chỉ bởi AUE sau cửa sổ góì của LUE. ii) Nếu khung con DL được cố định và khung con DL linh động cùng tồn tại trong số các khung con của AUE, thì các tài nguyên PUCCH cho khung con linh động ưu tiên là được góì sau vùng PUCCH cho khung con DL được cố định. iii) Vì khung con có chỉ số khung con lớn là linh động trong số các khung con linh động (bởi vì có mặt các khung con UL liền kề, chỉ khung con UL sớm hơn không được thay đổi thành khung con DL: $UUU \rightarrow UUD$ là có thể và $UUU \rightarrow DUU$ là không thể), nên khung con có tính linh động lớn được hạ xuống mức ưu tiên thấp hơn, khi các tài nguyên PUCCH được góì. iv) Các tài nguyên PUCCH cho các khung con có cùng đặc tính (linh động hoặc tĩnh) và được tạo cấu hình bởi PDCCH có thể được đan xen trên cơ sở ký hiệu OFDM. Tuy nhiên, điều này có thể được giới hạn cho PDCCH. Chẳng hạn, việc góì có thể được thực hiện có sự ưu tiên trên cơ sở ký hiệu PDCCH cho các khung con DL được cố định hoặc các khung con DL linh động cùng nhau từ trong số các khung con được góì chỉ bởi AUE. Với quy luật này, sự xung đột giữa các tài nguyên PUCCH của AUE và LUE có thể được ngăn chặn và vùng PUCCH có thể giảm đi bằng cách hạ khung con linh động xuống mức ưu tiên thấp hơn, khi khung con linh động không được giám sát. Trong phần mô tả ở trên, chỉ một phần (tập hợp con cụ thể) có thể được áp dụng chọn lọc cho AUE. Hoặc các quy luật khác nhau có thể được áp dụng cho PDCCH và EPDCCH. Chẳng hạn, chỉ i) có thể được áp dụng cho AUE trong phần mô tả ở trên.

Phương án 1-2

Theo phương án khác, việc sử dụng khung con UL là khung con DL

được chỉ báo bởi chỉ số phân bổ đường xuống (DAI - Downlink Allocation Index) và LUE phân bổ các tài nguyên PUCCH dựa trên giả định rằng cùng số lượng các khung con DL như cho AUE được phân bổ. Cụ thể hơn là, eNB phân bổ DAI trong PDCCH/EPDCCH được lập lịch cho LUE dựa trên cùng cấu hình TDD UL-DL như cho AUE. Trong trường hợp này, LUE xác định khung con thay đổi việc sử dụng là khung con bỏ qua và cả LUE và AUE sử dụng cùng cấu hình UL-DL trong phân bổ các tài nguyên PUCCH. Theo phương pháp này, cả LUE và AUE thực hiện vận hành HARQ trong dòng thời gian thứ hai, như vậy một phần tránh sự xung đột giữa các tài nguyên PUCCH. Nói cách khác, LUE áp dụng bảng lựa chọn kênh dựa trên dòng thời gian thứ hai trong định dạng PUCCH 1b với sự lựa chọn kênh trong phương pháp này. Một sự thiếu sót đối với phương pháp này là ở chỗ LUE có thể thực hiện vận hành DTX không cần thiết, hoặc sử dụng định dạng PUCCH 3 hoặc bó A/N cho dù số lượng các khung con DL được liên kết với một khung con UL không thực sự vượt qua 4. Chẳng hạn, mặc dù cả LUE và AUE sử dụng cùng bảng A/N với M thiết đặt là 4 trong khung con UL 2 trong ví dụ của bảng 12, LUE có thể không sử dụng các bộ phận được che của bảng 13 bằng cách luôn xử lý các khung con DL 4 và 8 như DTX.

Bảng 12

Cấu hình UL-DL	Khung con DL n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UE kế thừa	-	-	(7, 6)	(4)	-	-	-	[7, 6]	[4]	-
	-	-	(5, 6)	(9)	-	-	-	[0, 1]	[4]	-
UE nâng cao	-	-	(8, 7, 4, 6)	-	-	-	-	(8), [7, 4, 6]	-	-
	-	-	(4, 5, 8, 6)	-	-	-	-	(9), [0, 3, 1]	-	-

Bảng 13

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	$b(0)b(1)$
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
NACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 0
DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	Không truyền	

Phương án 1-3

Theo phương án thứ ba, các dịch vị bắt đầu PUCCH khác nhau được gán cho AUE và LUE, cho sự phân bổ tài nguyên PUCCH. Các dịch vị bắt đầu PUCCH có thể được chỉ báo bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn.

Phương án 1-4

Phương án thứ tư là về trường hợp trong đó khung con DL mà LUE truyền phản hồi thu trong khung con UL cụ thể là tập hợp con liền kề với khung con DL mà AUE truyền phản hồi thu trong khung con UL cụ thể. Trong trường hợp này, cùng dịch vị bắt đầu PUCCH có thể được phân bổ cho AUE

và LUE. Trong khi phát hiện thay đổi sử dụng cho khung con, nếu số lượng các khung con DL được liên kết với khung con UL tương ứng với chỉ báo thay đổi sử dụng (tức là, số lượng các khung con DL mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL) là khác với so với LUE, thì AUE có thể tính toán chỉ số CCE dựa trên sự khác biệt và áp dụng dịch vị sắp xếp tài nguyên PUCCH bổ sung. Dịch vị có thể là số lượng các CCE/các ECCE được bao gồm trong các khung con DL bổ sung được phân bổ cho AUE và chỉ báo thay đổi sử dụng được chỉ báo bằng cách phát tín hiệu lớp cao hơn có thể được sử dụng làm chỉ báo chỉ báo dịch vị.

Dựa vào bảng 12, chẳng hạn, trong khi phát hiện chỉ báo thay đổi sử dụng cho khung con UL 3, UE có thể xác phân bổ trí khởi đầu PUCCH bằng cách trừ số lượng các CCE được bao gồm trong khung con DL 4 (khi khung con DL 4 được lập lịch bởi PDCCH) hoặc số lượng các ECCE được bao gồm trong khung con DL 4 (khi khung con DL 4 được lập lịch bởi EPDCCH) từ $N_{\text{PUCCH}}^{(1)}$ (dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH). Ở đây, tập hợp vị trí khởi đầu tài nguyên PUCCH mới cho AUE có thể được xác định bằng cách tính toán $N_{\text{PUCCH}}^{(1)} - N_{\text{CCE/ECCE}} \cdot \delta(S_{\text{SF_Usage_change}})$ trong đó $N_{\text{CCE/ECCE}}$ là số lượng các CCE/các ECCE được bao gồm trong khung con DL mới được phân bổ cho AUE, $S_{\text{SF_Usage_change}}$ chỉ báo có hoặc không có phát tín hiệu chỉ báo thay đổi sử dụng các khung con, và $\delta(x)$ là hàm delta bằng 1 khi x là 1.

Phương án 1-4 về cơ bản là giống với Phương án 1-3 ở chỗ tránh được sự xung đột tài nguyên PUCCH bởi phân bổ các tài nguyên PUCCH khác nhau cho LUE và AUE nhưng có ưu điểm ở chỗ cho dù AUE không phát hiện chỉ báo thay đổi sử dụng khung con, có thể tránh được sự xung đột tài nguyên PUCCH.

Phương án 1-5

Nếu AUE thực hiện bỏ thời gian cho các khung con DL là không phải chung giữa dòng thời gian thứ nhất và dòng thời gian thứ hai, thì có thể tránh được sự xung đột tài nguyên PUCCH. Tức là, AUE có thể phân bổ các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu bằng cách luôn thực hiện bỏ thời gian A/N và như vậy làm khớp số lượng các khung con DL của LUE và sử dụng chỉ số CCE/ECCE của khung con DL được chồng lên khung con DL của LUE từ trong số các khung con DL của AUE. Chỉ số tài nguyên PUCCH có thể được xác định dựa trên khung con DL của LUE. Bỏ thời gian có thể là phép toán AND logic.

Trong ví dụ của bảng 12, AUE có thể bỏ các phản hồi thu cho các khung con DL 4 và 8 mà không được chồng lên các khung con DL 5 và 6 mà các phản hồi thu được truyền trong khung con UL 2 theo dòng thời gian của LUE. Tức là, bước bỏ có thể được thực hiện trên các phản hồi thu cho các khung con DL 4 và 5 và các phản hồi thu cho các khung con DL 6 và 8. Giá trị được bỏ của các khung con DL 4 và 5 có thể được phân bổ cho vị trí chỉ số CCE/ECCE của khung con 5 và giá trị được bỏ của các khung con DL 6 và 8 có thể được phân bổ cho vị trí chỉ số CCE/ECCE của khung con 6.

Phương án 1-6

Việc tách các vùng PUCCH có thể được phân bổ cho AUE và LUE. định dạng PUCCH 3 có thể được phân bổ cho LUE (hoặc AUE), trong khi đó định dạng PUCCH 1/2/1a/1b/2a/2b có thể được phân bổ cho AUE (hoặc LUE). hoặc chỉ các dịch vị bắt đầu khác nhau có thể thiết đặt cho AUE và LUE trong cùng định dạng PUCCH. Trong hoạt động này, số lượng các khung con DL được liên kết với một khung con UL được biên dịch là khác nhau đối với AUE và LUE và DAI của PDCCH/EPDCCH cũng được chỉ báo chỉ cho khung con DL được phân bổ cho mỗi AUE và LUE.

Phương án 1-7

Một phương án trong số các phương án từ Phương án 1-1 đến Phương án 1-6 được sử dụng cho khung con DL được phân bổ bởi PDCCH và ARO

được áp dụng khi xác định các tài nguyên dùng cho phản hồi thu cho PDSCH được phân bổ bởi EPDCCH. Cho dù các số các khung con DL khác nhau được sắp xếp, có thể tránh được sự xung đột tài nguyên PUCCH ở phạm vi nhất định.

Phương án 1-8

AUE đặt các tài nguyên dùng cho phản hồi thu cho khung con được phân bổ là khung con linh động sau cửa sổ gói của LUE. Nói cách khác, các tài nguyên được phân bổ trước tiên cho các khung con DL mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL theo dòng thời gian thứ nhất của LUE và sau đó cho các khung con DL mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL theo dòng thời gian thứ hai của AUE.

Một lần nữa, chẳng hạn, dựa vào bảng 12, khi AUE phân bổ các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu liên quan đến các khung con DL 4, 5, 8, và 6, AUE có thể phân bổ các tài nguyên theo thứ tự của các khung con DL 5, 6, 4, và 8. Trong trường hợp này, dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH giống nhau có thể (đã) được tạo cấu hình cho AUE và LUE.

Phương án 1-9

AUE có thể đặt các tài nguyên dùng cho phản hồi thu cho khung con được phân bổ là khung con linh động trước cửa sổ gói của LUE. Chẳng hạn, dựa vào bảng 12 một lần nữa, AUE có thể phân bổ các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu theo thứ tự của các khung con DL 4, 8, 5, và 6, ngược lại LUE có thể phân bổ các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu theo thứ tự của các khung con DL 5 và 6. Trong trường hợp này, AUE có dịch vị bắt đầu tài nguyên PUCCH trước LUE bởi số lượng các CCE/các ECCE của các khung con DL 4 và 8.

Phương án 1-10

AUE có thể gói các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu theo dòng thời gian của LUE, trong khi làm trống các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu

cho các khung con DL mà được chỉ báo bởi dòng thời gian của LUE nhưng không có mặt trong dòng thời gian của AUE. Sau đó, AUE có thể đặt các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu cho các khung con DL chỉ được chỉ báo bởi dòng thời gian của AUE sau cửa sổ bó của LUE.

Bảng 14

Cấu hình UL-DL	Khung con DL n									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
UE kế thừa	-	-	(7, 6, 11)	(6, 5)	(5), [4]	-	-	-	-	-
	-	-	(5, 6, 1)	(7, 8)	(9), [0]	-	-	-	-	-
UE nâng cao	-	-	(12, 8, 7, 11)	(6, 5, 4, 7)	-	-	-	-	-	-
	-	-	(0, 4, 5, 1)	(7, 8, 9, 6)	-	-	-	-	-	-

Dựa vào bảng 14, chẳng hạn, AUE gói các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu theo thứ tự của các khung con DL 5, 6, và 1 và thiết đặt trị số Null (rỗng) cho khung con DL 6 không có mặt trong dòng thời gian của AUE. Nói cách khác, AUE có thể gói các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu trong khung con UL 2 theo thứ tự {5, Null, 1, 0, 4} hoặc {5, Null, 1, 4, 0}. Ở đây, Null nghĩa là để trống khi các tài nguyên là số lượng các CCE/các ECCE của khung con DL 6. Sự phân bổ này của các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu được minh họa trên Fig.16.

Phương án 1-11

Phương án 1-10 có thể làm cho lãng phí tài nguyên bằng cách thiết đặt Null. Do đó, các chỉ số của các khung con DL có thể được trao đổi, để thay thế. Việc trao đổi chỉ số có thể được thực hiện sao cho cửa sổ bó của AUE càng gần cửa sổ bó của LUE càng tốt. Sau khi trao đổi chỉ số, số lượng các khung con DL có thể trở thành 4 hoặc nhỏ hơn. Các khung con DL chỉ xuất hiện trong dòng thời gian AUE có thể được đặt sau (hoặc trước) cửa sổ bó của LUE.

Chẳng hạn, trong bảng 14, vì AUE truyền phản hồi thu cho khung con DL 6 trong khung con UL 3, AUE có thể trao đổi (chỉ số 7 của) khung con DL 6 mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL 3 với (chỉ số 8 của) khung con DL 4 mà phản hồi thu được truyền trong khung con UL 2. Trong trường

hợp này, AUE gói các tài nguyên theo thứ tự của các khung con DL {5, 6, 1, 0} trong khung con UL 2 và theo thứ tự của các khung con DL {7, 8, 9, 4} trong khung con UL 3.

Phương án 1-12

Đề xuất rằng AUE làm khớp thứ tự gói của nó với thứ tự gói khung con của LUE. Nếu LUE xác định thứ tự gói bằng cách lựa chọn một trong số các cấu hình TDD được chỉ báo bởi SIB, AUE có thể bố trí các khung con trong thứ tự gói được lựa chọn bởi LUE và sau đó đặt các khung con còn lại sau các khung con được bố trí, chứ không phải là AUE lựa chọn thứ tự gói liên kế từ cấu hình TDD tham chiếu.

Chu kỳ chuyển TDD UL/DL là 5ms hoặc 10ms tùy thuộc vào số lượng các khung con đặc biệt là 1 hoặc 2 trong 10ms. LUE sử dụng một trong số các cấu hình TDD với chu kỳ chuyển UL/DL là 5ms. Nếu AUE sử dụng một trong số các cấu hình TDD với chu kỳ chuyển UL/DL là 10ms, các khung con 5, 6, 7 cho LUE là D, S, U theo thứ tự này. Nếu AUE sử dụng D-S-U là D-D-D, AUE và LUE có thể gói các khung con theo các thứ tự khác nhau bởi vì trong trường hợp D-S-U, LUE đặt khung con đặc biệt ở cuối bước gói nhưng AUE xác định tất cả các khung con là các khung con DL.

Phương án 2-1

Tiếp theo, phần mô tả sẽ được đưa ra cho các phương án liên quan đến cấu hình lại dòng thời gian dựa trên phần mô tả ở trên và mô tả về các phương án từ Phương án 1-1 đến Phương án 1-12.

Nếu AUE thu tín hiệu cấu hình lại (ví dụ, thông báo cấu hình lại, v.v.), số lượng các khung con DL được gói có thể trở nên khác nhau trước và sau khi thu tín hiệu cấu hình lại. Trong trường hợp này, đối với dòng thời gian HARQ ổn định bất kể dòng thời gian cấu hình lại, dòng thời gian HARQ tham chiếu DL có thể được tạo cấu hình. Chẳng hạn, TDD cấu hình UL-DL 5 có thể thiết đặt là dòng thời gian HARQ tham chiếu DL. Tuy nhiên, các tài nguyên

PUCCH có thể là không đủ vì chỉ một khung con UL mang các phản hồi thu trong cấu hình UL-DL 5. Đồng thời gian HARQ tham chiếu DL có thể được chỉ báo cho AUE bởi tín hiệu lớp cao hơn hoặc tín hiệu lớp vật lý. Đồng thời gian HARQ tham chiếu DL và đồng thời gian HARQ tham chiếu UL có thể được chỉ báo riêng biệt. UE có thể rơi vào tình trạng không rõ ràng của đồng thời gian HARQ ở thời điểm khi UE thu đồng thời gian HARQ tham chiếu và áp dụng nó. Các phương án dưới đây có thể được áp dụng cho trường hợp này.

Mặc dù AUE truyền các phản hồi thu theo đồng thời gian HARQ tham chiếu DL, nó có thể gộp các tài nguyên dùng cho các phản hồi thu dựa trên cấu hình UL-DL được sử dụng thực tế. Nếu UE nhận biết rằng nó đã bỏ qua thông báo cấu hình lại, thì UE có thể sử dụng định dạng PUCCH khác (ví dụ, định dạng PUCCH 3, v.v.). UE có thể trước tiên gộp các khung con DL (hoặc các khung con tĩnh) chung giữa các khung con DL mà các phản hồi thu được truyền trong khung con UL tương ứng theo đồng thời gian mới sau khi cấu hình lại và các khung con DL mà các phản hồi thu được truyền trong khung con UL tương ứng theo đồng thời gian cũ trước khi cấu hình lại, và tiếp theo có thể gộp các tài nguyên dùng cho các khung con còn lại với mức độ ưu tiên thấp hơn. Hoặc UE có thể tuân theo cấu hình UL-DL thiết đặt trước (cấu hình UL-DL 5 hoặc cấu hình UL-DL được chỉ báo bởi SIB) trong giai đoạn chưa rõ ràng. Hoặc UE có thể sử dụng tập hợp các giá trị ARO khác với tập hợp giá trị ARO hiện có được sử dụng trong TDD, để áp dụng cho các khung con linh động. Vì tập hợp các giá trị ARO được áp dụng cho các khung con linh động được tạo cấu hình bởi phát tín hiệu RRC, tập hợp ARO có thể được lựa chọn và được sử dụng, khi UE thu yêu cầu thay đổi cấu hình.

Phương án 2-2

Nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình lại, UE có thể giám sát chỉ các khung con DL tĩnh, trong khi xử lý các khung con còn lại là DTX.

Fig.17 minh họa một ví dụ về việc không phát hiện thông báo cấu hình lại. UE có thể giám sát chỉ các khung con DL tĩnh trong khung radio #n+1.

Trong trường hợp này, UE có thể gói các tài nguyên chỉ cho các khung con DL tĩnh được giám sát và có thể không gói các tài nguyên dùng cho các khung con DL còn lại hoặc xử lý chúng như DTX, trong khung radio #n+2.

Nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình lại, các phương pháp dưới đây để truyền HARQ ACK/NACK có thể cũng được sử dụng. Nếu thông báo cấu hình lại được đưa tới UE bởi DCI, UE có thể xác định bởi CRC hoặc tương tự xem liệu phát hiện DCI thành công hay không. Nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình lại, thì nó có thể thực hiện hoạt động dưới đây. UE có thể giải mã PDSCH chỉ trong khung con DL tĩnh và truyền phản hồi thu cho PDSCH. Ở đây, UE có thể tuân theo dòng thời gian dựa trên SIB hoặc dòng thời gian HARQ tham chiếu DL. Vì UE không giám sát PDCCH trong khung con linh động, UE có thể xử lý các PDSCH tương ứng như DTX. UE có thể xác định DTX hoặc không phải DTX ngay cả khi không giám sát khung con linh động, theo thông số thiết đặt DAI của eNB.

Hoặc nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình lại, thì UE có thể không truyền bất kỳ các phản hồi thu nào (ngay cả các phản hồi thu cho các khung con DL tĩnh) liên quan đến khung radio tương ứng.

Nếu các khung con DL tĩnh không được gói trước khi các khung con linh động, thì UE có thể giải mã các PDSCH chỉ trong các tập hợp con của các khung con DL tĩnh được gói trước các khung con linh động và truyền các phản hồi thu cho các PDSCH.

Nếu UE không phát hiện thông báo cấu hình cho “khung radio trước đó”, thì UE có thể sử dụng một trong số các phương pháp được mô tả ở trên. Trong trường hợp mà UE không phát hiện thông báo cấu hình lại cho khung radio và do đó không truyền bất kỳ phản hồi thu nào liên quan đến khung radio, nếu ít nhất một phần của các khung con DL được gói trong khung con UL cụ thể thuộc khung radio trước đó và bỏ qua thông báo cấu hình cho khung radio trước đó, UE có thể không truyền bất kỳ phản hồi thu trong khung con UL. Đó là vì thứ tự gói có thể không rõ ràng và như vậy UE bỏ qua tất cả các phản hồi

thu trong khung con tương ứng.

Trong các phương án nêu trên, các tài nguyên dùng cho phản hồi thu cần được truyền lặp lại có thể chỉ được bao gồm trong khung con UL của dòng thời gian khả dụng có số lượng ít các khung con UL giữa dòng thời gian thứ nhất và thứ hai. Tức là, nếu sự lặp lại HARQ ACK được phát động, phản hồi thu được lặp lại chỉ trong khung con UL tĩnh được báo lại. Trong trường hợp này, số lượng các vòng lặp có thể được đếm chỉ khi phản hồi thu được lặp lại trong khung con UL tĩnh. Đồng thời, bước bó và lặp lại có thể được thực hiện chỉ trên các khung con DL tĩnh.

Bước phân vùng bộ đệm tạm thời dựa trên số lượng các xử lý DL HARQ ở UE có thể được thực hiện theo số lượng tối đa các xử lý DL HARQ được liên kết với dòng thời gian UL/DL HARQ đại diện. Chẳng hạn, nếu dòng thời gian UL/DL HARQ đại diện được xác định là cấu hình UL-DL 3, thì UE có thể chia bộ đệm tạm thời thành nhiều phân vùng như số lượng các xử lý DL HARQ của cấu hình UL-DL 3, tức là, 9 phân vùng.

Ngoài ra, eNB có thể thiết đặt trường DAI theo cấu hình TDD tham chiếu DL trong phần mô tả ở trên. Nếu UE gói các tài nguyên PUCCH theo thông báo cấu hình lại hiện tại, trường DAI có thể dựa trên cấu hình TDD của thông báo cấu hình lại.

Trong môi trường CA, có thể quy định rằng các phần mô tả ở trên có hiệu quả giới hạn chỉ khi lập lịch sóng mang chéo và/hoặc bước tự lập lịch được sử dụng. Đồng thời, các phần mô tả ở trên có thể được áp dụng chọn lọc chỉ cho các UE hoạt động trong eIMTA. Đồng thời, các phần mô tả ở trên có thể được áp dụng chọn lọc chỉ cho định dạng PUCCH cụ thể (ví dụ, định dạng PUCCH 1a/1b/2/2a/2b).

Các cấu hình của các thiết bị theo phương án của sáng chế

Fig.18 là sơ đồ khối của điểm truyền và UE theo phương án của sáng chế.

Dựa vào Fig.18, điểm truyền 10 theo sáng chế có thể gồm môđun thu 11, môđun truyền 12, bộ xử lý 13, bộ nhớ 14, và các anten 15. Việc sử dụng các anten 15 nghĩa là điểm truyền 10 hỗ trợ truyền và thu MIMO. Môđun thu 11 có thể thu các tín hiệu UL, dữ liệu, và thông tin từ UE. Môđun truyền 12 có thể truyền các tín hiệu DL, dữ liệu, và thông tin tới UE. Bộ xử lý 13 có thể cung cấp điều khiển tổng thể cho điểm truyền 10.

Bộ xử lý 13 của điểm truyền 10 theo phương án của sáng chế có thể thực hiện các hoạt động cần thiết theo các phương án được mô tả ở trên.

Hơn nữa, bộ xử lý 13 của điểm truyền 10 xử lý thông tin được thu và thông tin cần được truyền ra ngoài điểm truyền 10. Bộ nhớ 14 có thể lưu trữ thông tin được xử lý trong thời gian được định trước và có thể được thay thế bằng thành phần như là bộ đệm (không được thể hiện trên hình vẽ).

Dựa vào Fig.18 một lần nữa, UE 20 theo sáng chế có thể gồm môđun thu 21, môđun truyền 22, bộ xử lý 23, bộ nhớ 24, và các anten 25. Sử dụng các anten 25 nghĩa là UE 20 hỗ trợ truyền và thu MIMO sử dụng các anten 25. Môđun thu 21 có thể thu các tín hiệu DL, dữ liệu, và thông tin từ eNB. Môđun truyền 22 có thể truyền các tín hiệu UL, dữ liệu, và thông tin tới eNB. Bộ xử lý 23 có thể cung cấp điều khiển tổng thể cho UE 20.

Bộ xử lý 23 của UE 20 theo phương án của sáng chế có thể thực hiện các hoạt động cần thiết theo các phương án được mô tả ở trên.

Hơn nữa, bộ xử lý 23 của UE 20 xử lý thông tin được thu và thông tin cần được truyền ra ngoài UE 20. Bộ nhớ 24 có thể lưu trữ thông tin được xử lý trong thời gian được định trước và có thể được thay thế bằng thành phần như là bộ đệm (không được thể hiện trên hình vẽ).

Điểm truyền nêu trên và UE có thể được tạo cấu hình theo cách mà các phương án khác nhau được mô tả ở trên của sáng chế có thể được thực hiện độc lập hoặc kết hợp hai hoặc nhiều loại. Sự mô tả không cần thiết được bỏ qua cho rõ ràng.

Phần mô tả về điểm truyền 10 trên Fig.18 có thể áp dụng cho bộ phận thay thế như bộ truyền DL hoặc bộ phát UL, và phần mô tả về UE 20 trên Fig.14 có thể áp dụng cho bộ phát DL hoặc bộ truyền UL.

Các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bằng các phương tiện khác nhau, chẳng hạn, trong phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc kết hợp của chúng.

Trong cấu hình phần cứng, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều Mạch tích hợp áp dụng riêng (ASIC-Application Specific Integrated Circuit), các Bộ xử lý tín hiệu số (DSP-Digital Signal Processor), các Thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD-Digital Signal Processing Device), các Thiết bị logic lập trình được (PLD-Programmable Logic Device), các Mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA-Field Programmable Gate Array), các bộ xử lý, các bộ điều khiển, các bộ vi điều khiển, hoặc các bộ vi xử lý.

Trong cấu hình phần sụn hoặc phần mềm, phương pháp theo các phương án của sáng chế có thể được thực hiện dưới dạng các mô đun, các thủ tục, các hàm, v.v. thực hiện các chức năng hoặc các hoạt động được mô tả ở trên. Mã phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ và được thi hành bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được bố trí ở bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý và có thể truyền đi và thu dữ liệu từ bộ xử lý qua các phương tiện đã biết.

Mô tả chi tiết các phương pháp được ưu tiên của sáng chế được đưa ra cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật thực hiện và áp dụng thực tế sáng chế. Mặc dù sáng chế được mô tả dựa vào các phương pháp được ưu tiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ biết rằng các cải biến và các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện trong sáng chế mà không nằm ngoài nguyên lý hoặc phạm vi của sáng chế được mô tả trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, sáng chế không giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả ở đây, mà được chấp thuận với phạm vi rộng nhất phù hợp với các nguyên lý và các đặc điểm mới được bộc lộ ở

đây.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ đánh giá rằng sáng chế có thể được thực hiện theo các cách cụ thể khác với cách được nêu ở đây mà không nằm ngoài nguyên lý và các đặc trưng cơ bản của sáng chế. Do đó, các phương án ở trên được phối hợp tất cả các khía cạnh như minh họa và được có giới hạn. Phạm vi của sáng chế sẽ được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo và những nội dung tương đương hợp pháp của chúng, không phải bởi phần mô tả nêu trên, và tất cả những thay đổi nằm trong phạm vi ý nghĩa và khoảng tương đương của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo được dự kiến bao hàm ở đó. Hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật là các điểm yêu cầu bảo hộ không được nêu rõ trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo có thể được thể hiện kết hợp dưới dạng một phương án của sáng chế hoặc được bao gồm dưới dạng điểm yêu cầu bảo hộ mới bởi sự sửa đổi sau đó sau khi đơn này được nộp.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Các phương án được mô tả ở trên của sáng chế ứng dụng được cho nhiều hệ thống truyền thông di động khác nhau.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền các báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (Hybrid Automatic Repeat Request – ACKnowledgement - HARQ-ACK) đường lên (uplink - UL) trong hệ thống truyền thông không dây, được thực hiện bởi thiết bị người dùng (UE), phương pháp này bao gồm các bước:

thu cấu hình đường lên-đường xuống (uplink-downlink - UL-DL) thứ nhất qua khối thông tin hệ thống,

thu tín hiệu đường xuống (downlink - DL) trong các khung con; và

truyền các HARQ-ACK trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ nhất hoặc cấu hình UL-DL thứ hai,

trong đó n là số nguyên lớn hơn không,

trong đó các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel - PUCCH) dùng cho các HARQ-ACK trong khung con n được cấp phát với sự ưu tiên cao hơn đến các khung con DL trong số các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ nhất so với các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất trong số các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ hai, khi UE xác định tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK theo cấu hình UL-DL thứ hai, và

trong đó các tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK trong khung con n mà không được cho phép để được sử dụng làm các khung con UL truyền HARQ-ACK trong số các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất được cấp phát với sự ưu tiên cao hơn so với các tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK trong các khung con DL mà được cho phép để được sử dụng làm các khung con UL truyền HARQ-ACK trong số các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu tín hiệu DL được chỉ báo bởi kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel - PDCCH), vị trí của các tài nguyên PUCCH cho HARQ-ACK của các khung con bất

thường được chỉ báo bởi báo hiệu lớp cao hơn.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khung con DL được chứa trong cấu hình UL-DL thứ nhất và không có mặt trong cấu hình UL-DL thứ hai được sử dụng trong việc xác định các tài nguyên PUCCH cho HARQ-ACK của các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ hai.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu tín hiệu DL được chỉ báo bởi PDCCH nâng cao (Enhanced PDCCH - EPDCCH), các tài nguyên PUCCH cho HARQ-ACK của các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất trong số các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ hai liền kề với các tài nguyên PUCCH cho HARQ-ACK của các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ nhất.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó các khung con liên quan tới HARQ-ACK được truyền trong khung con n được xác định theo bảng dưới đây,

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

trong đó mỗi trị số trong bảng là trị số khả dụng đối với k .

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cấu hình UL-DL thứ nhất không liên quan đến sự thay đổi việc sử dụng UL-DL và cấu hình UL-DL thứ hai liên quan tới sự thay đổi việc sử dụng UL-DL.

7. Thiết bị người dùng (User Equipment - UE) để truyền các báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (các HARQ-ACK) đường lên (UL) trong hệ thống truyền thông

không dây, UE này bao gồm:

môđun thu; và

bộ xử lý,

trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để thu cấu hình đường lên-đường xuống (UL-DL) thứ nhất qua khối thông tin hệ thống, thu tín hiệu đường xuống (DL) trong các khung con và truyền HARQ-ACK cho các tín hiệu DL bao gồm tín hiệu DL trong khung con n , và để truyền các HARQ-ACK trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ nhất hoặc cấu hình UL-DL thứ hai,

trong đó n là số nguyên lớn hơn không, và

trong đó các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dùng cho các HARQ-ACK trong khung con n được cấp phát với sự ưu tiên cao hơn đến các khung con DL trong số các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ nhất so với các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất trong số các khung con DL mà các HARQ-ACK được truyền trong khung con n theo cấu hình UL-DL thứ hai, khi UE xác định tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK theo cấu hình UL-DL thứ hai, và

trong đó các tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK trong khung con n mà không được cho phép để được sử dụng làm các khung con UL truyền HARQ-ACK trong số các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất được cấp phát với sự ưu tiên cao hơn so với các tài nguyên PUCCH dùng cho các HARQ-ACK trong các khung con DL mà được cho phép để được sử dụng làm các khung con UL truyền HARQ-ACK trong số các khung con DL bất thường đối với cấu hình UL-DL thứ nhất

8. Phương pháp truyền báo nhận yêu cầu lặp tự động lại (HARQ-ACK) đường lên (UL) trong hệ thống truyền thông không dây, được thực hiện bởi thiết bị người dùng (UE), phương pháp này bao gồm các bước:

thu cấu hình đường lên-đường xuống (UL-DL) thứ nhất qua khối thông tin hệ thống,

thu tín hiệu đường xuống (DL) trong khung con $n-k$; và

truyền các HARQ-ACK cho các tín hiệu DL bao gồm tín hiệu DL trong khung con n ,

trong đó các tài nguyên kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) dùng cho các HARQ-ACK trong khung con n được cấp phát theo thứ tự ưu tiên dưới đây:

i) một hoặc nhiều khung con DL thông thường giữa cấu hình UL-DL thứ nhất và cấu hình UL-DL thứ hai,

ii) một hoặc nhiều khung con DL không được cho phép để được sử dụng làm khung con UL, và

iii) một hoặc nhiều khung con DL được cho phép để được sử dụng cho khung con UL.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó nếu tín hiệu DL được chỉ báo bởi PDCCH nâng cao (EPDCCH), các tài nguyên PUCCH cho các HARQ-ACK của một hoặc nhiều khung con DL mà không được cho phép để được sử dụng làm khung con UL và một hoặc nhiều khung con DL mà được cho phép để được sử dụng cho khung con UL liền kề với các tài nguyên PUCCH cho các HARQ-ACK của một hoặc nhiều khung con DL thông thường giữa cấu hình UL-DL thứ nhất và cấu hình UL-DL thứ hai.

FIG. 1

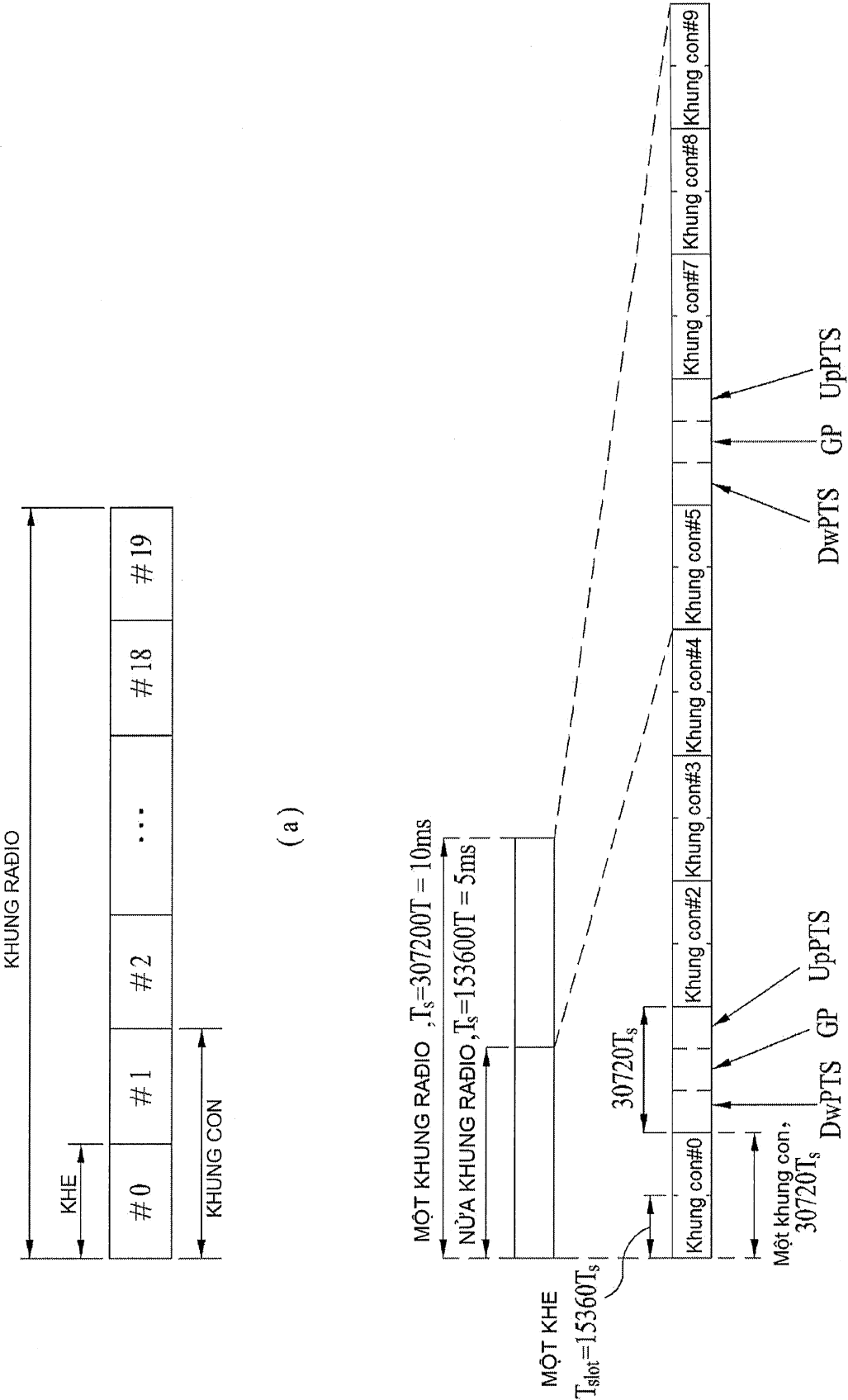


FIG. 2

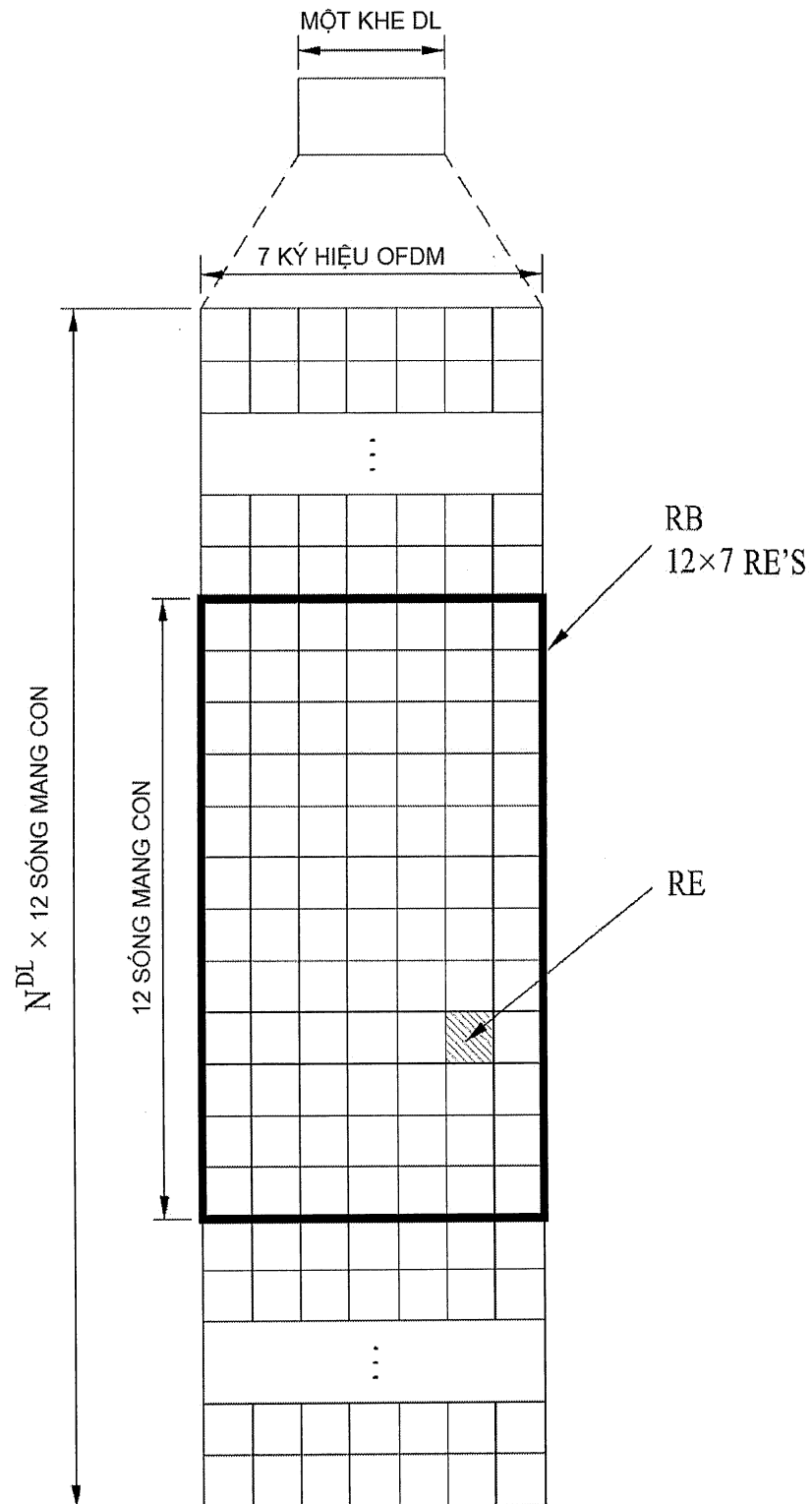


FIG. 3

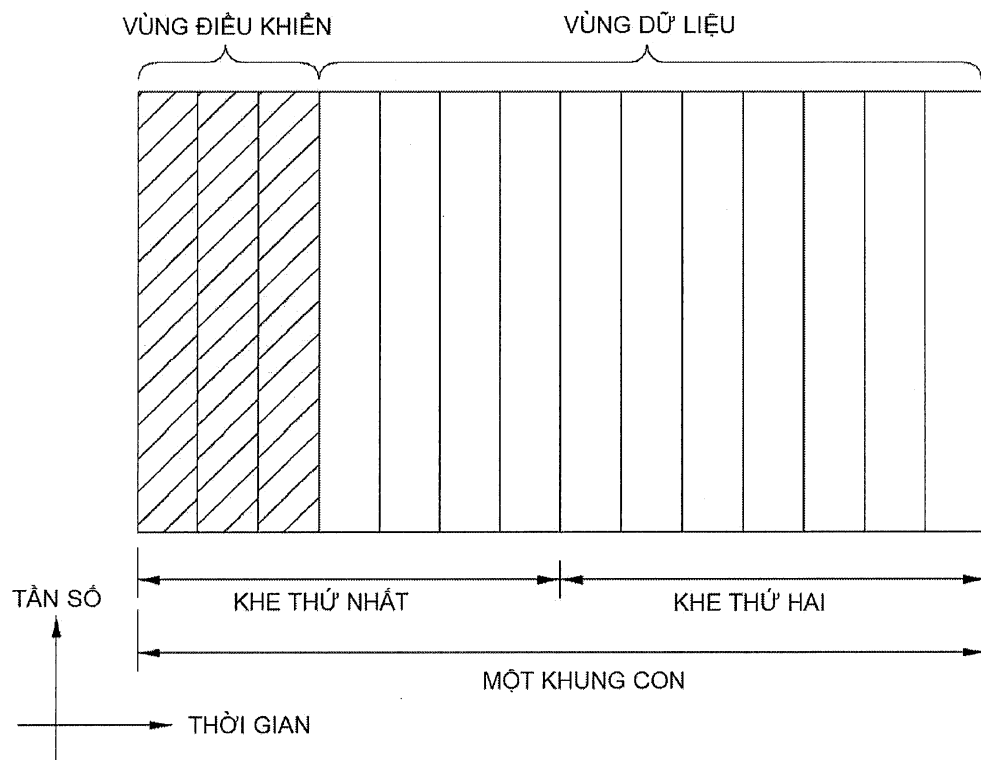


FIG. 4

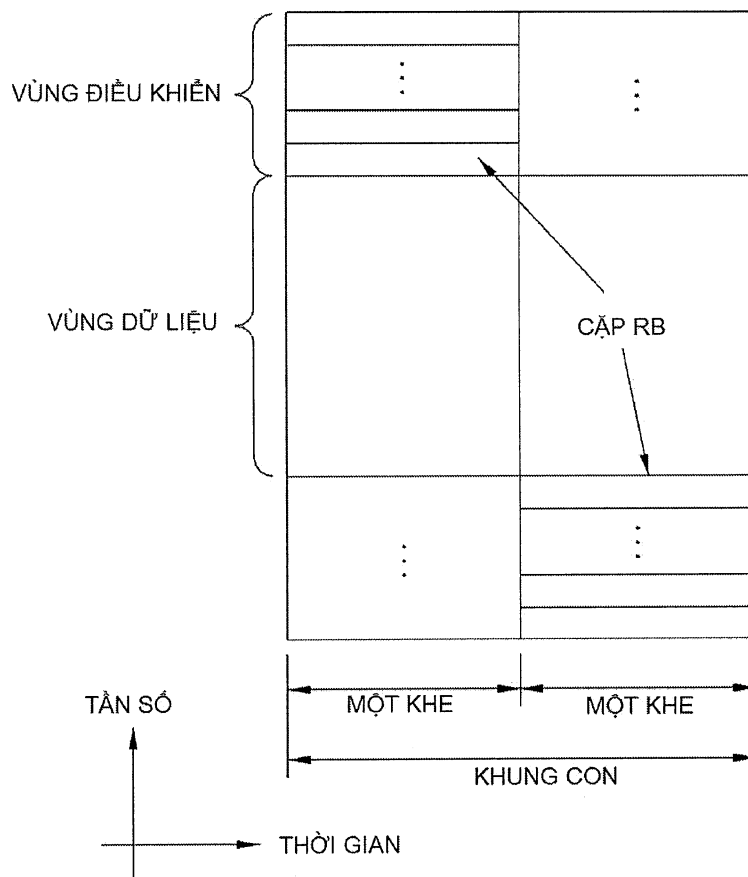


FIG. 5

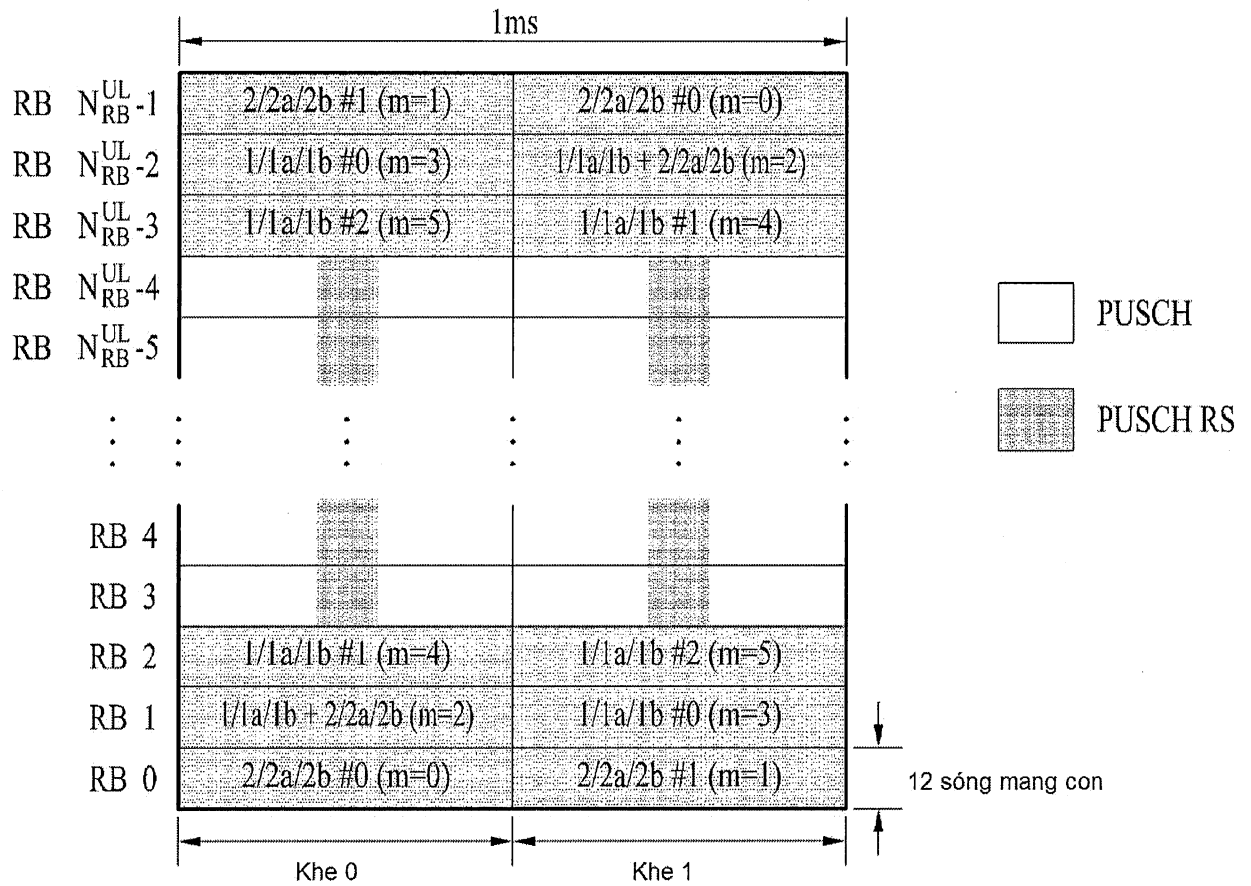


FIG. 6

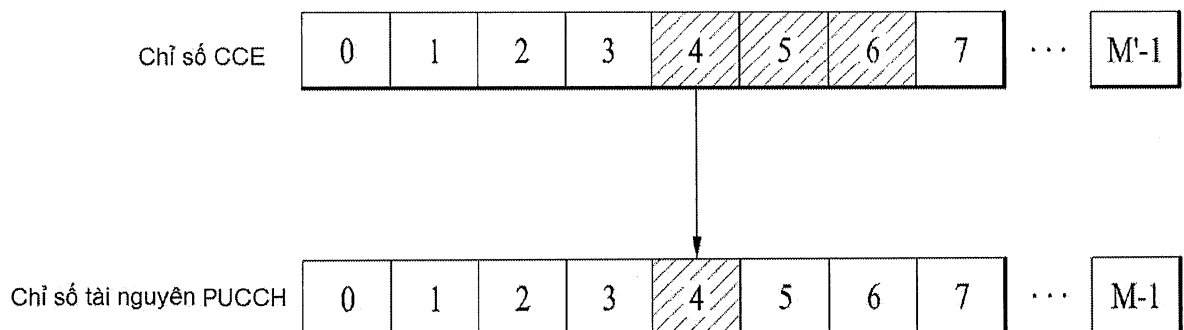


FIG. 7

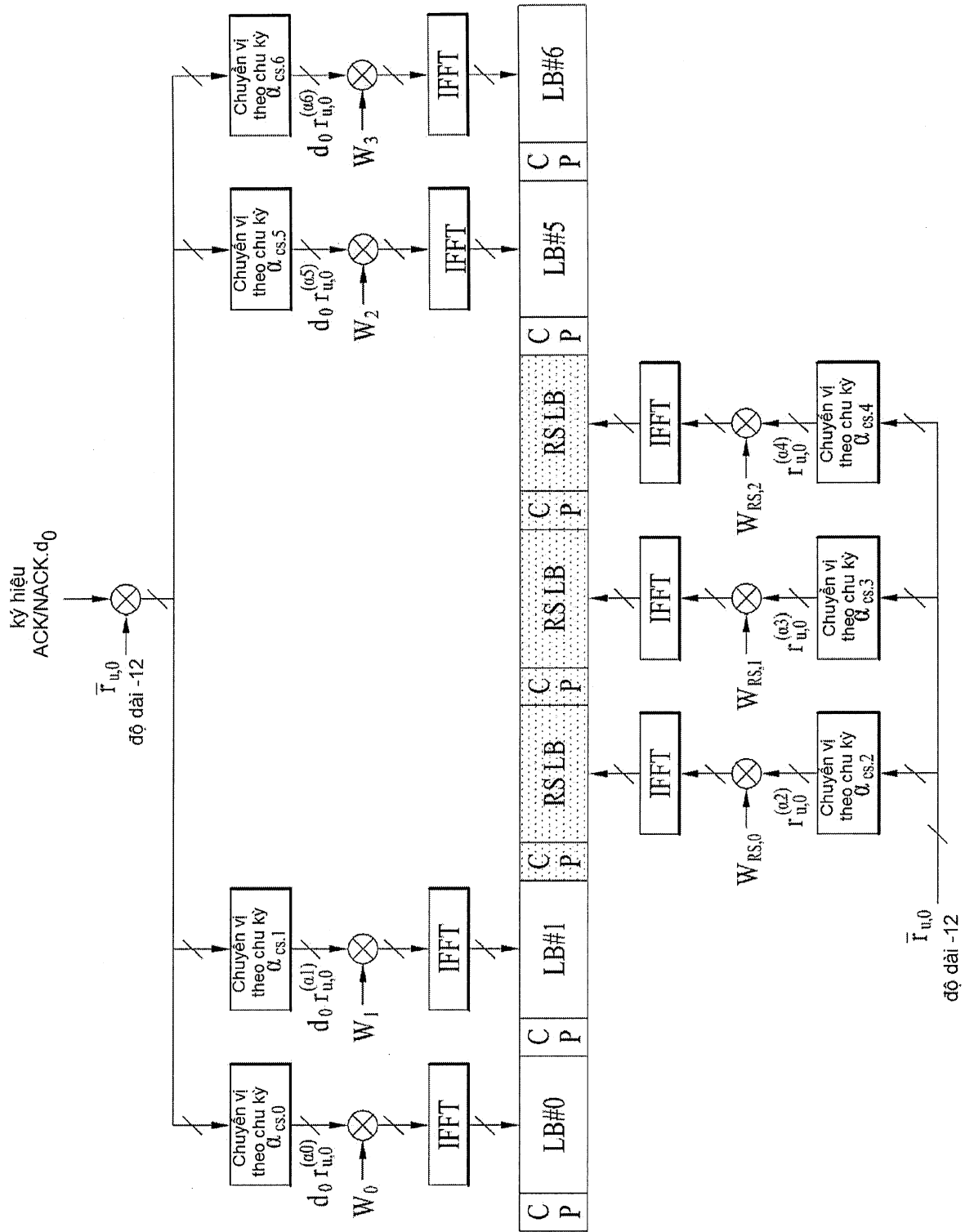


FIG. 8

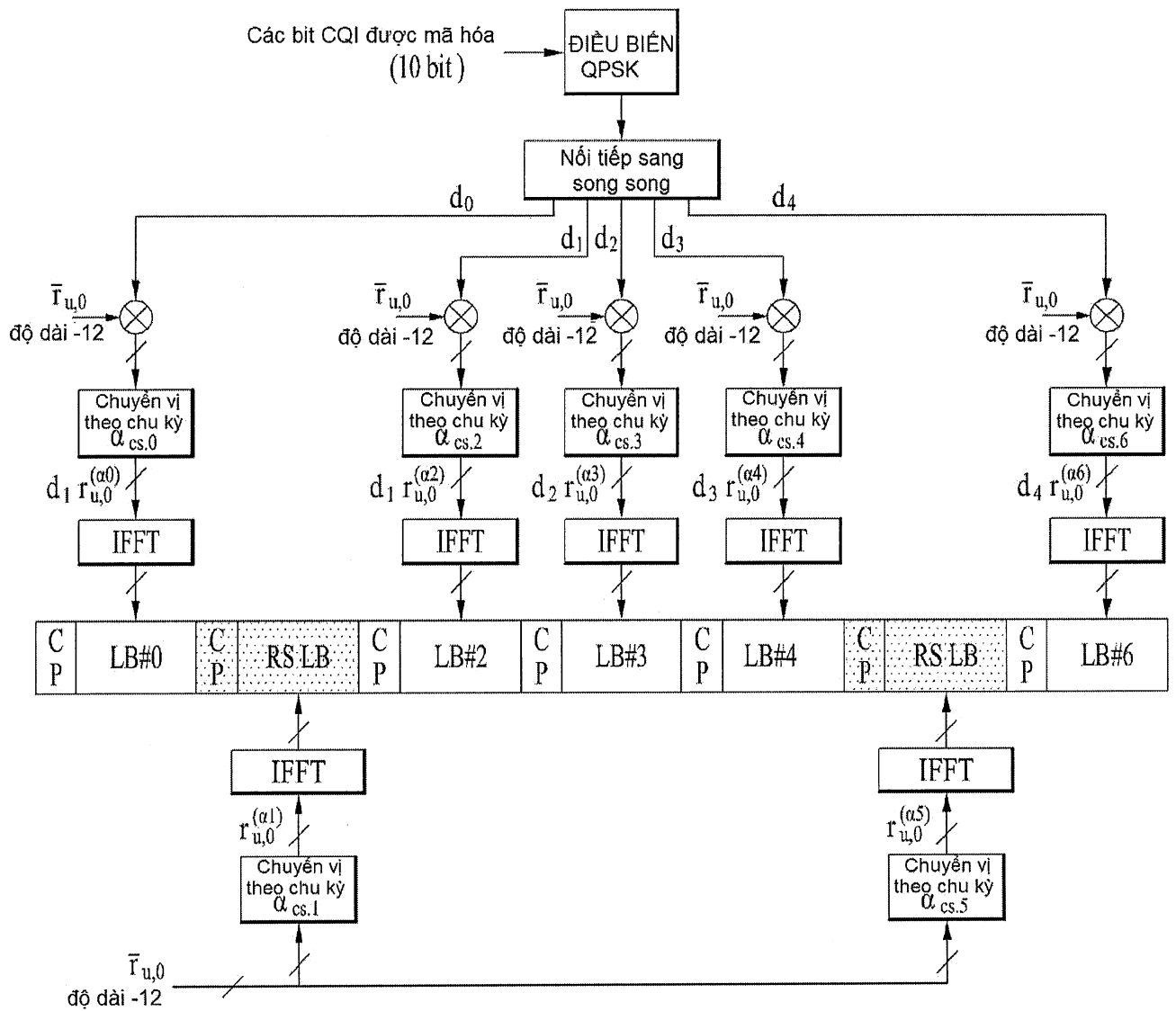
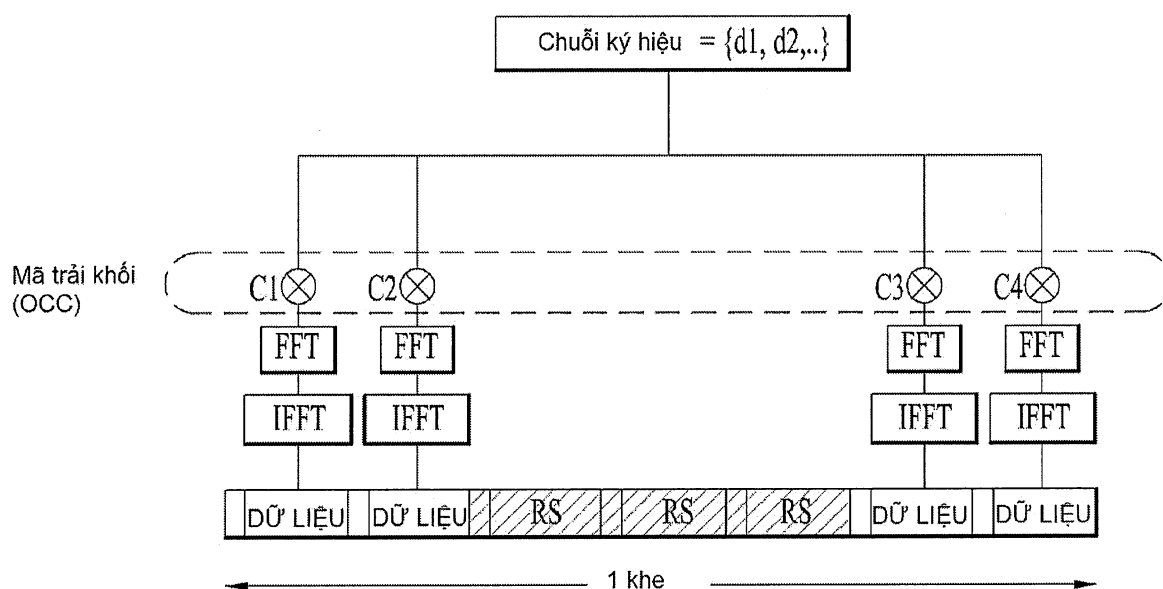
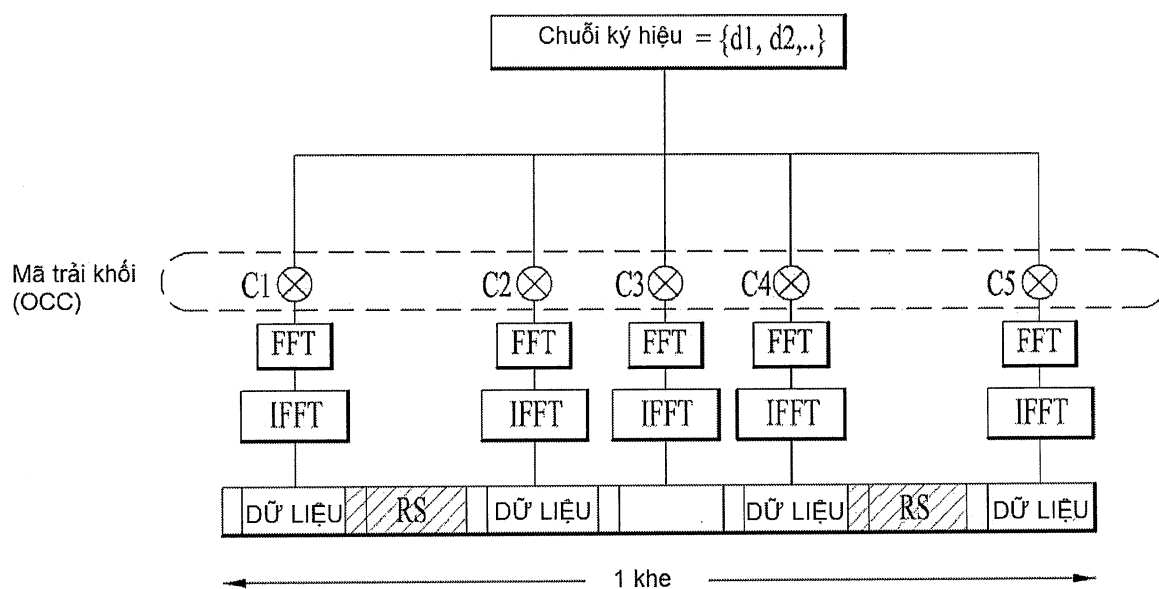


FIG. 9



(a)



(b)

FIG. 10

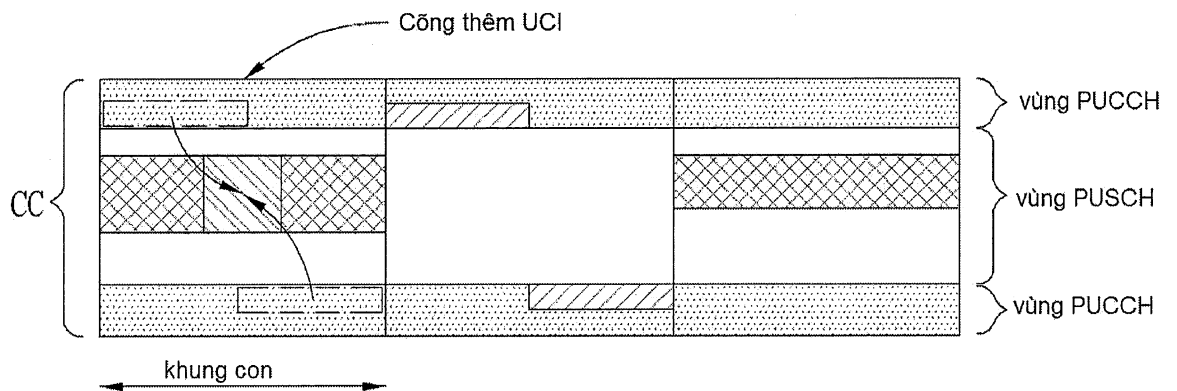
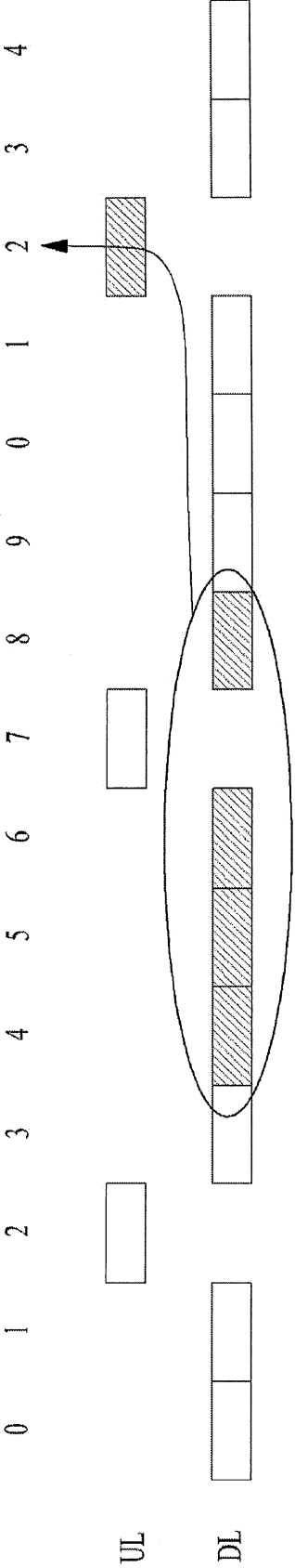


FIG. 11

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

(a)



(b)

FIG. 12

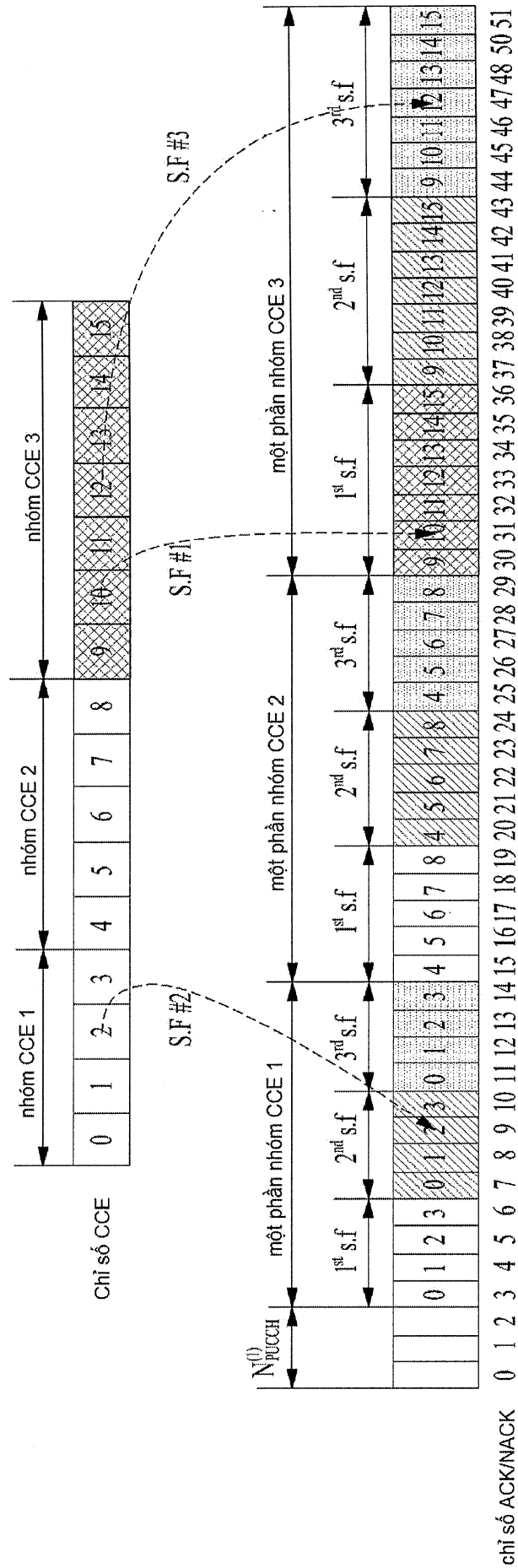


FIG. 13

$N_{\text{ECCE}0,j}$	$N_{\text{ECCE}1,j}$	$N_{\text{ECCE}2,j}$	$N_{\text{ECCE}3,j}$	$N_{\text{ECCE}4,j}$	$N_{\text{ECCE}5,j}$	$N_{\text{ECCE}6,j}$	$N_{\text{ECCE}7,j}$	$N_{\text{ECCE}8,j}$
m=0	m=1	m=2	m=3	m=4	m=5	m=6	m=7	m=8

FIG. 14

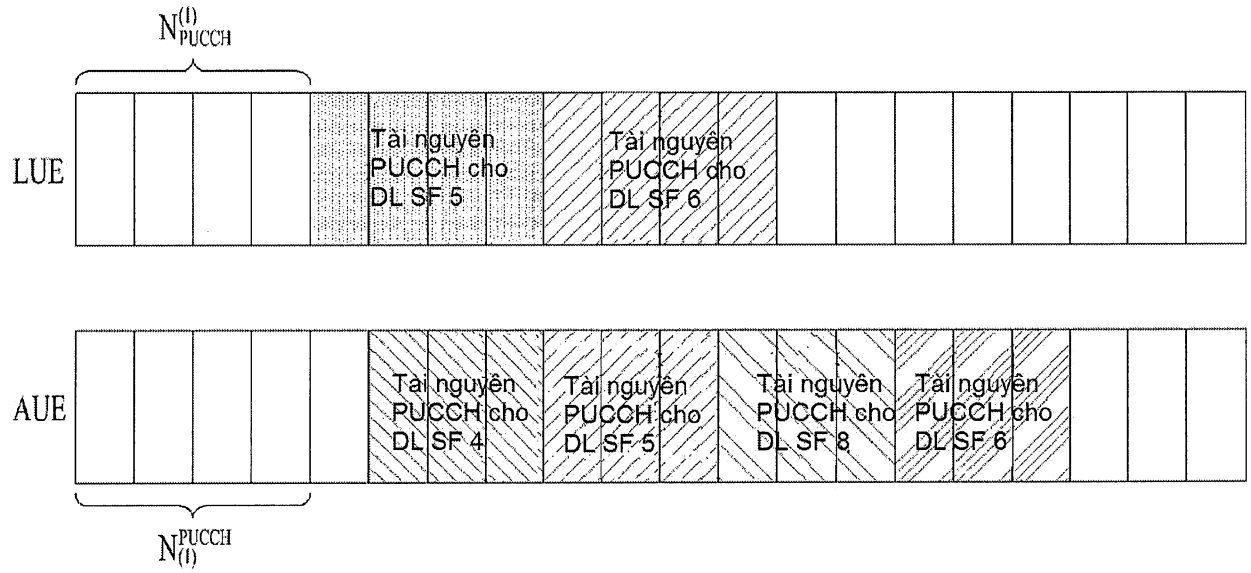


FIG. 15

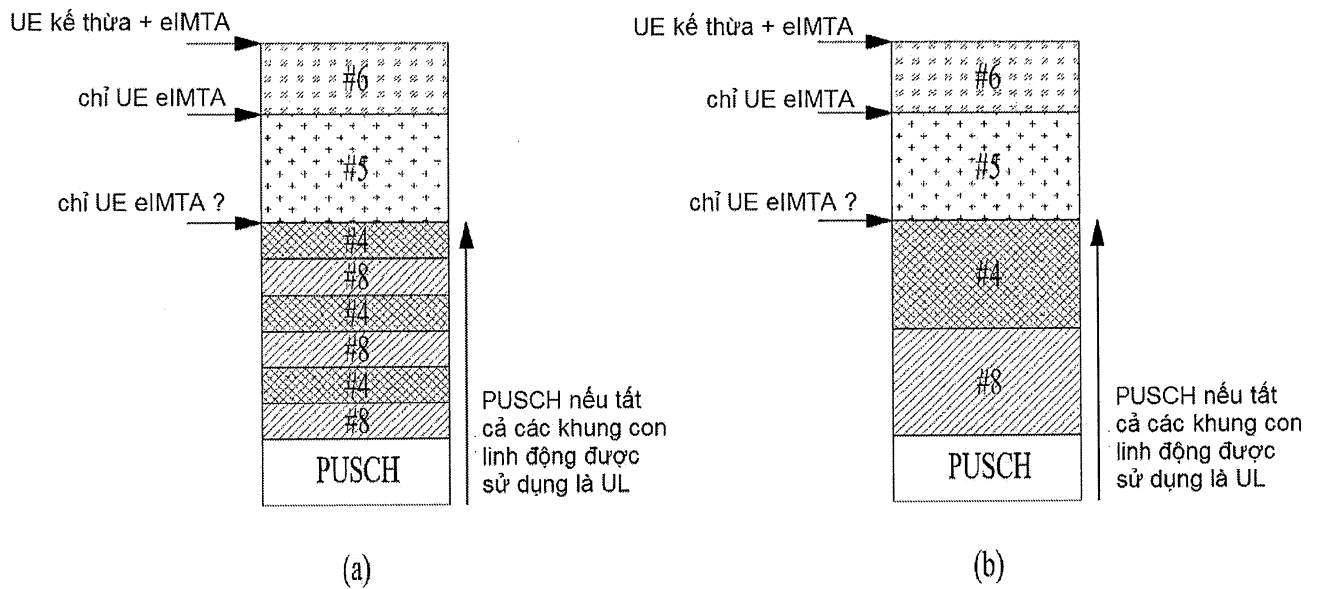


FIG. 16

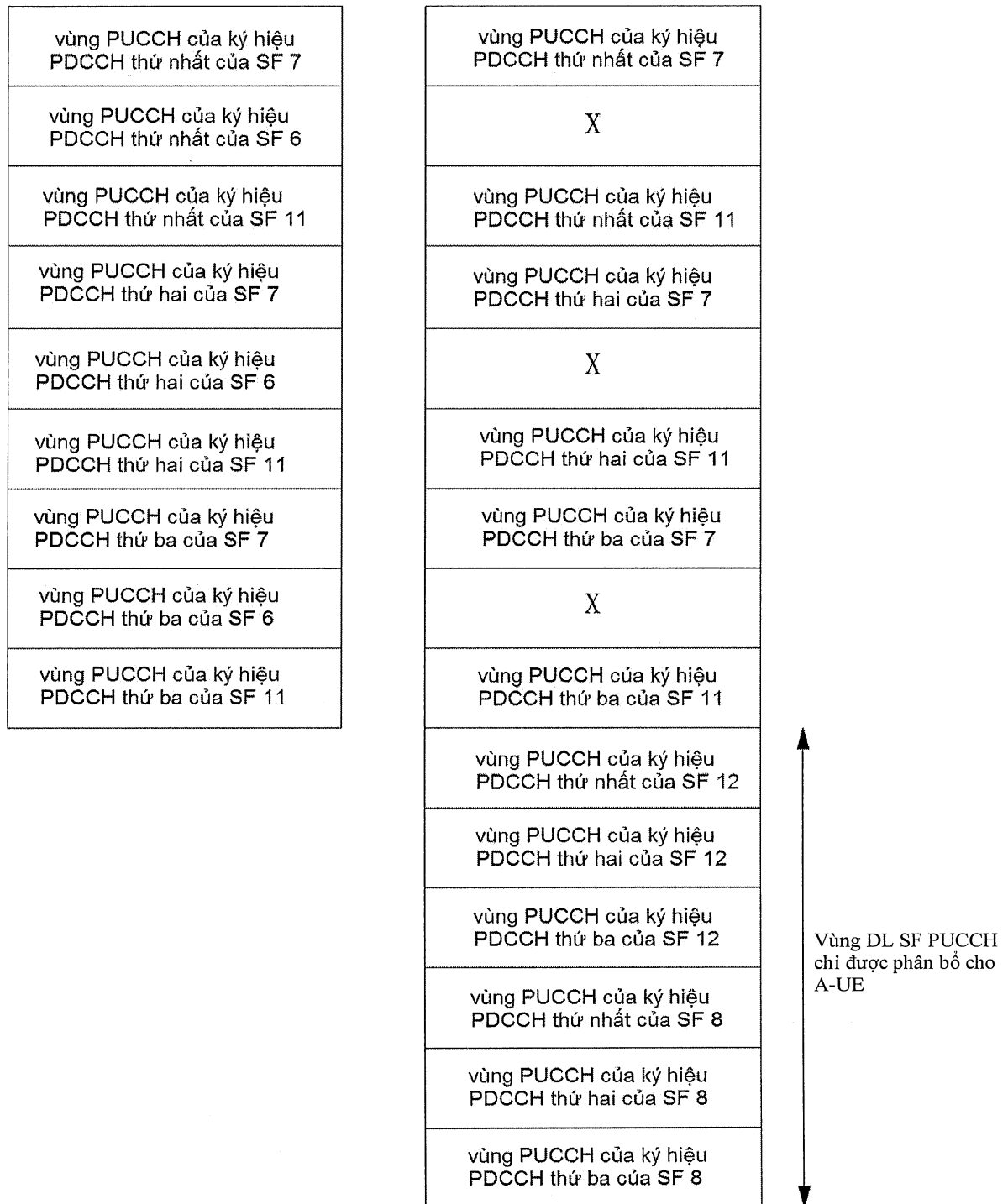


FIG. 17

Khung radio #n	Khung radio #n+1	Khung radio #n+2
Thành công	Lỗi	Thành công

FIG. 18

