



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

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

(11)



1-0040841

(51)⁷ H04L 5/00; H04L 1/00

(13) B

(21) 1-2019-03270

(22) 08/12/2017

(86) PCT/KR2017/014394 08/12/2017

(87) WO 2018/106063 14/06/2018

(30) 62/432,215 09/12/2016 US; 62/436,705 20/12/2016 US; 62/469,843 10/03/2017 US;
62/509,831 23/05/2017 US; 15/821,128 21/11/2017 US; 15/820,051 21/11/2017 US

(45) 26/08/2024 437

(43) 25/12/2019 381A

(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)

129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do, 16677, Republic of Korea

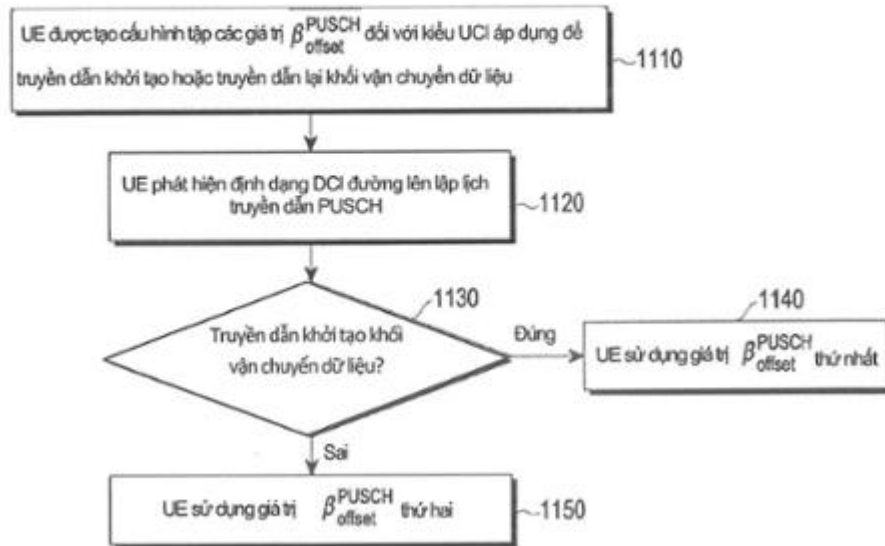
(72) PAPASAKELLARIOU, Aris (US).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐỂ DỒN KÊNH THÔNG TIN ĐIỀU KHIỂN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để dồn kênh thông tin điều khiển trong kênh dữ liệu vật lý đường lên. Phương pháp để dồn kênh thông tin điều khiển bao gồm các bước: thu (1210) thông tin cấu hình bao gồm nhiều tập các chỉ số, mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi kiểu thông tin điều khiển đường lên trong số nhiều kiểu thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information, UCI); thu (1220) thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) lập lịch truyền dẫn của kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH), DCI bao gồm trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo chỉ số từ nhiều chỉ số tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số; dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một kiểu UCI trong số nhiều kiểu UCI dựa trên trường bộ chỉ báo độ lệch beta; và truyền dữ liệu đường lên được dồn kênh với ít nhất một kiểu UCI trong PUSCH.

1100



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị để dồn kênh thông tin điều khiển trong kênh dữ liệu vật lý đường lên.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu về lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên kể từ khi triển khai các hệ thống truyền thông 4G, đã có nhiều nỗ lực được tạo ra để phát triển hệ thống truyền thông 5G hoặc Pre5G được cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc Pre5G cũng được gọi là các hệ thống “Vượt xa mạng 4G” hoặc “Hệ thống sau LTE”.

Hệ thống truyền thông 5G được xem xét thực hiện trong dải tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ như dải tần 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm tiêu hao lan truyền của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, thì kỹ thuật tạo chùm tia, kỹ thuật nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output, MIMO) quy mô lớn, kỹ thuật MIMO toàn chiều (Full Dimensional MIMO, FD MIMO), anten mảng, kỹ thuật tạo chùm tia tương tự, kỹ thuật anten mảng quy mô lớn được đề cập trong các hệ thống truyền thông 5G.

Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, việc phát triển để cải tiến hệ thống mạng được tiến hành dựa trên các tế bào nhỏ hoàn chỉnh, mạng truy nhập vô tuyến dựa trên điện toán đám mây (cloud radio access network, C-RAN), các mạng siêu dày đặc, truyền thông từ thiết bị tới thiết bị (device-to-device, D2D), mạng backhaul không dây, mạng chuyển động, mạng hợp tác, truyền thông đa điểm điều phối (coordinated multi-points, CoMP), khử nhiễu bên đầu thu và các phương thức truyền thông tương tự.

Trong hệ thống 5G, điều biến lai giữa điều biến khóa dịch pha (Phase Shift Keying, FSK) và điều biến biên độ cầu phương (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) (FQAM) và mã chồng cửa sổ trượt (Sliding Window Superposition Coding, SWSC) như điều biến mã hoàn chỉnh (Advanced Coding Modulation, ACM), và điều biến lọc dải đa sóng mang (Filter Bank Multi Carrier, FBMC), đa truy nhập không trực giao (Non-Orthogonal Multiple Access, NOMA), và đa truy nhập mã thưa (Sparse Code Multiple Access, SCMA) như kỹ thuật truy nhập tiên tiến được phát triển.

Thiết bị người dùng (User Equipment, UE) thường được dùng để chỉ thiết bị đầu

cuối hoặc trạm di động, có thể được cố định hoặc di động, và có thể là điện thoại di động, thiết bị máy tính cá nhân, hoặc thiết bị tự động. gNB thông thường là trạm cố định và cũng có thể dùng để chỉ trạm gốc, điểm truy nhập, hoặc thiết bị tương đương khác. Hệ thống truyền thông bao gồm đường xuống (DownLink, DL) dùng để chỉ hoạt động truyền dẫn từ trạm gốc hoặc một hoặc nhiều điểm truyền dẫn tới các UE và đường lên (UpLink, UL) dùng để chỉ hoạt động truyền dẫn từ các UE tới trạm gốc hoặc tới một hoặc nhiều điểm thu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông thế hệ pre5G hoặc 5G nhằm cung cấp tốc độ dữ liệu cao hơn vượt xa hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4G) chẳng hạn như hệ thống mạng phát triển dài hạn (LTE). Sáng chế đề cập đến việc dồn kênh thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information, UCI) trong kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH). Sáng chế cũng đề cập đến việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển (Transport Block, TB) dữ liệu hoặc truyền dẫn lại thích nghi của khối vận chuyển dữ liệu. Sáng chế còn đề cập đến việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại thích nghi của các khối mã hóa (CB) dữ liệu mà trong đó truyền dẫn lại thích nghi bao gồm các khối mã hóa dữ liệu khác so với truyền dẫn khởi tạo của các khối mã hóa dữ liệu. Sáng chế còn đề cập đến việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH khi PUSCH này chỉ vận chuyển UCI. Sáng chế còn đề cập đến việc dồn kênh các ký hiệu được mã hóa dành cho các kiểu UCI khác nhau trong PUSCH sao cho tác động lên độ tin cậy thu dữ liệu được làm giảm đến mức tối thiểu và độ tin cậy thu UCI được cải thiện. Sáng chế còn đề cập đến việc hỗ trợ lập mã của các tải UCI mà nhỏ hơn hoặc bằng giá trị định trước sử dụng phương pháp lập mã mà có thể áp dụng được cho các tải UCI lớn hơn giá trị định trước này. Sáng chế còn đề cập đến việc cho phép gNB lập lịch truyền dẫn lại từ mã báo nhận yêu cầu lập lại tự động cơ chế lai (Hybrid Automatic Repeat Request Acknowledgement, HARQ-ACK) từ UE. Sáng chế còn đề cập đến việc cho phép truyền dẫn của thông tin HARQ-ACK trên mỗi nhóm khối mã. Sáng chế còn đề cập đến việc áp dụng sự điều chỉnh khác nhau dành cho các thông số của truyền dẫn PUSCH từ UE trong các khe có dồn kênh UCI hoặc SRS so với trong

các khe không dồn kênh UCI hoặc SRS và còn tính toán dành cho các tài nguyên DMRS có thể thay đổi khác nhau có tiềm năng.

Theo một phương án của sáng chế, UE bao gồm bộ thu được tạo cấu hình để thu cấu hình dành cho tập thứ nhất của các giá trị và định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch truyền dẫn của PUSCH trên tập các phần tử tài nguyên (Resource Element, RE) và bao gồm trường cung cấp chỉ số. UE còn bao gồm bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định giá trị thứ nhất từ tập thứ nhất của các giá trị dựa trên chỉ số; và tập con thứ nhất của các RE, từ tập các RE, để dồn kênh thông tin điều khiển đường lên (UCI) thứ nhất dựa trên giá trị thứ nhất. Ngoài ra, UE bao gồm bộ truyền được tạo cấu hình để truyền UCI thứ nhất trong PUSCH.

Theo một phương án khác, trạm gốc bao gồm bộ truyền được tạo cấu hình để truyền cấu hình dành cho tập thứ nhất của các giá trị; và định dạng DCI lập lịch thu PUSCH trên tập các RE và bao gồm trường cung cấp chỉ số. Trạm gốc. Bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định giá trị thứ nhất từ tập thứ nhất của các giá trị dựa trên chỉ số; và tập con thứ nhất của các RE, từ tập các RE, để phân kênh UCI thứ nhất dựa trên giá trị thứ nhất. Bộ thu được tạo cấu hình để thu UCI thứ nhất trong PUSCH.

Theo một phương án khác, phương pháp hoạt động của UE bao gồm các bước: thu cấu hình dành cho tập thứ nhất của các giá trị và thu định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch truyền dẫn của kênh dữ liệu chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) trên tập các phần tử tài nguyên (RE) và bao gồm trường cung cấp chỉ số. Phương pháp này còn bao gồm các bước: xác định giá trị thứ nhất từ tập thứ nhất của các giá trị dựa trên chỉ số, xác định tập con thứ nhất của các RE từ tập các RE, để dồn kênh thông tin điều khiển đường lên (UCI) thứ nhất, dựa trên giá trị thứ nhất, và truyền UCI thứ nhất trong PUSCH.

Theo một phương án khác, thiết bị người dùng (UE) bao gồm: bộ thu được tạo cấu hình để: thu cấu hình dành cho số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ bit thông tin báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK) trên mỗi khối vận chuyển (TB) dữ liệu; thu định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch thu khối vận chuyển dữ liệu; và thu khối vận chuyển dữ liệu mà bao gồm số lượng $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ khối mã (CB) dữ liệu; và bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho số lượng tương ứng của các nhóm CB (CB Group, CBG); xác định

$N_{CB}^{CBG} = \lceil N_{CB}^{TB} / N_{HARQ-ACK}^{TB} \rceil$ CB trên mỗi CBG dành cho $\text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ CBG đầu, và
 $N_{CB}^{CBG} = \lfloor N_{CB}^{TB} / N_{HARQ-ACK}^{TB} \rfloor$ CB trên mỗi CBG dành cho $N_{HARQ-ACK}^{TB} - \text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$
 CBG cuối; tạo ra $\text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho
 $\text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ CBG đầu; tạo ra $N_{HARQ-ACK}^{TB} - \text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ bit thông tin
 HARQ-ACK dành cho $N_{HARQ-ACK}^{TB} - \text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ CBG cuối; và tạo ra từ mã
 HARQ-ACK bao gồm $\text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ bit thông tin HARQ-ACK được tiếp nối
 bởi $N_{HARQ-ACK}^{TB} - \text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{HARQ-ACK}^{TB})$ bit thông tin HARQ-ACK, trong đó $\lceil \rceil$ là hàm
 trần, $\lfloor \rfloor$ là hàm sàn, và mod là hàm mod; và bộ truyền được tạo cấu hình để truyền từ
 mã HARQ-ACK trong kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) hoặc kênh dữ liệu
 chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Theo một phương án khác, UE trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định $N_{HARQ-ACK}^{TB}$ khi $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \min(N_{HARQ-ACK}^{TB, \max}, N_{CB}^{TB})$, và trong đó min là hàm cực tiểu.

Theo một phương án khác, UE trong đó khi $N_{HARQ-ACK}^{TB}$ nhỏ hơn $N_{HARQ-ACK}^{TB, \max}$, thì từ mã HARQ-ACK còn bao gồm $N_{HARQ-ACK}^{TB, \max} - N_{HARQ-ACK}^{TB}$ bit thông tin HARQ-ACK cuối với giá trị báo nhận phủ định (Negative Acknowledgement, NACK).

Theo một phương án khác, UE trong đó định dạng DCI bao gồm $N_{HARQ-ACK}^{TB, \max}$ bit chỉ báo việc CBG của khối vận chuyển dữ liệu có phải là CBG mới hoặc CBG trước đó không khi $N_{HARQ-ACK}^{TB}$ nhỏ hơn $N_{HARQ-ACK}^{TB, \max}$.

Theo một phương án khác, UE trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định N_{CB}^{TB} khi $N_{CB}^{TB} = \lceil TBS / CBS_{\max} \rceil$ trong đó TBS là kích thước của khối vận chuyển dữ liệu và $CBS_{\max}$ là kích thước tối đa định trước của khối mã hóa dữ liệu.

Theo một phương án khác, UE trong đó định dạng DCI bao gồm trường đếm số lượng CBG theo bậc tăng dần của chỉ số khe hoặc chỉ số tế bào.

Theo một phương án khác, UE trong đó bộ thu còn được tạo cấu hình để thu định dạng DCI lập lịch truyền dẫn của khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH và bao gồm trường cung cấp chỉ số thứ nhất đối với sơ đồ điều biến và mã hóa dành cho khối vận chuyển dữ liệu; và trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định chỉ số thứ hai, nhỏ hơn so với chỉ số thứ nhất, từ chỉ số thứ nhất khi từ mã HARQ-ACK được truyền

trong PUSCH; và trong đó bộ truyền còn được tạo cấu hình để truyền khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH sử dụng sơ đồ điều biến và mã hóa tương ứng với chỉ số thứ hai.

Theo một phương án khác, trạm gốc bao gồm: bộ truyền được tạo cấu hình để truyền cấu hình dành cho số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ bit thông tin báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK) trên mỗi khối vận chuyển (TB) dữ liệu; truyền định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch truyền dẫn của khối vận chuyển dữ liệu; và truyền khối vận chuyển dữ liệu bao gồm số lượng $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ khối mã (CB) dữ liệu; và bộ xử lý được tạo cấu hình để: xác định số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho số lượng tương ứng của các nhóm CB (CBG); xác định $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB trên mỗi CBG dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu, và $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB trên mỗi CBG dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối; xác định $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu; xác định $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối; và xác định từ mã HARQ-ACK bao gồm $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ HARQ-ACK bit thông tin được tiếp nối bởi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK trong đó $\lceil \rceil$ là hàm trần, $\lfloor \rfloor$ là hàm sàn, và mod là hàm mod; và bộ thu được tạo cấu hình để thu từ mã HARQ-ACK trong kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) hoặc kênh dữ liệu chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ khi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$, và trong đó min là hàm cực tiểu.

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó khi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ nhỏ hơn $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$, thì từ mã HARQ-ACK còn bao gồm $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}} - N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bit thông tin HARQ-ACK cuối với giá trị báo nhận phủ định (NACK).

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó định dạng DCI bao gồm $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ bit chỉ báo việc CBG của khối vận chuyển dữ liệu có phải là là CBG mới hoặc CBG

trước đó hay không khi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ nhỏ hơn $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$.

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ khi $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} = \lceil \text{TBS}/\text{CBS}_{\text{max}} \rceil$ trong đó TBS là kích thước của khối vận chuyển dữ liệu và CBS_{max} là kích thước tối đa định trước của khối mã hóa dữ liệu.

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó định dạng DCI bao gồm trường đếm số lượng CBG theo bậc tăng dần của chỉ số khe hoặc chỉ số tế bào.

Theo một phương án khác, trạm gốc trong đó bộ truyền còn được tạo cấu hình để truyền định dạng DCI lập lịch truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH và bao gồm trường cung cấp chỉ số thứ nhất dành cho sơ đồ điều biến và mã hóa dành cho khối vận chuyển dữ liệu; và trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để xác định chỉ số thứ hai, nhỏ hơn so với chỉ số thứ nhất, từ chỉ số thứ nhất khi từ mã HARQ-ACK được truyền trong PUSCH; và trong đó bộ thu còn được tạo cấu hình để thu khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH sử dụng sơ đồ điều biến và mã hóa tương ứng với chỉ số thứ hai.

Theo một phương án khác, phương pháp này bao gồm các bước: thu cấu hình dành cho số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ bit thông tin báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK) trên mỗi khối vận chuyển (TB) dữ liệu; thu định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch thu khối vận chuyển dữ liệu; thu khối vận chuyển dữ liệu bao gồm số lượng $N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ khối mã (CB) dữ liệu; xác định số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho số lượng tương ứng của các nhóm CB (CBG); xác định $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}}/N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB trên mỗi CBG dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu, và $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}}/N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB trên mỗi CBG dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối; tạo ra $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu; tạo ra $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối; tạo ra từ mã HARQ-ACK bao gồm $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK được tiếp nối bởi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK, trong đó $\lceil \rceil$ là hàm trần, $\lfloor \rfloor$ là hàm sàn, và mod là hàm mod; và truyền từ mã HARQ-ACK trong kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) hoặc kênh dữ liệu chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH).

Các đặc điểm kỹ thuật khác có thể dễ dàng nhận thấy bởi người có hiểu biết trung

binh về lĩnh vực kỹ thuật này dựa vào các hình vẽ, mô tả, và các điểm yêu cầu bảo hộ.

Trước khi đọc hiểu phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, có lợi hơn nếu xác định rõ nghĩa của các từ và câu xác định sử dụng trong suốt bản mô tả này. Thuật ngữ “ghép nối” và các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự dùng để chỉ hoạt động truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai hay nhiều bộ phận, dù có các bộ phận tiếp xúc vật lý với nhau hay không. Thuật ngữ “truyền”, “thu”, và “truyền thông”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, bao hàm cả kiểu truyền thông trực tiếp và gián tiếp. Các thuật ngữ “bao gồm” và “gồm có”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có ý nghĩa bao gồm nhưng không hạn chế. Thuật ngữ “hoặc” cũng bao gồm nghĩa và/hoặc. Cụm từ “được liên kết với”, cũng như các thuật ngữ có ý nghĩa tương tự, có nghĩa bao gồm, được bao gồm trong, kết nối với, chứa, được chứa trong, kết nối tới hoặc với, có khả năng truyền thông với, hợp tác với, xen kẽ, đặt cạnh nhau, gần sát, bị ràng buộc tới hoặc với, có, có thuộc tính của, có quan hệ tới hoặc với, hoặc ý nghĩa tương tự như vậy. Thuật ngữ “bộ điều khiển” có nghĩa là bất kỳ thiết bị, hệ thống hoặc một phần của nó điều khiển ít nhất một hoạt động. Chẳng hạn như bộ điều khiển có thể được thực hiện bằng phần cứng hoặc dạng kết hợp của phần cứng và phần mềm và/hoặc phần sụn. Được liên kết về mặt chức năng với bất kỳ bộ điều khiển riêng biệt có thể là tập trung hoặc phân tán, cho dù ở tại chỗ hay từ xa. Cụm từ “ít nhất một trong số”, khi được sử dụng với danh sách các mục, có nghĩa là các dạng kết hợp khác của một hoặc nhiều mục được liệt kê có thể được sử dụng, và chỉ duy nhất một mục trong danh sách có thể được đòi hỏi. Ví dụ, “ít nhất một trong số: A, B, và C” bao gồm bất kỳ dạng kết hợp nào sau đây: A, B, C, A và B, A và C, B và C, và A và B và C.

Hơn nữa, các chức năng khác nhau được mô tả bên dưới có thể được thực hiện hoặc được hỗ trợ bằng một hoặc nhiều chương trình máy tính, mỗi một chương trình được tạo ra từ mã chương trình có thể đọc được bằng máy tính và được lưu trữ trong vật ghi có thể đọc được bằng máy tính. Các thuật ngữ “ứng dụng” và “chương trình” dùng để chỉ một hoặc nhiều chương trình máy tính, thành phần phần mềm, tập lệnh, thủ tục, chức năng, đối tượng, lớp, thực thể, dữ liệu liên quan, hoặc một phần của nó phù hợp để thực hiện bằng mã chương trình đọc được máy tính phù hợp. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” bao gồm bất kỳ kiểu mã máy tính nào, bao gồm mã nguồn, mã đối tượng, mã có thể thực hiện được. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” bao gồm bất kỳ kiểu phương tiện nào có khả năng truy nhập được bằng máy tính, chẳng hạn như

bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), ổ đĩa cứng, đĩa compact disc (CD), đĩa DVD, hoặc bất kỳ kiểu bộ nhớ nào khác. Vật ghi “bất khả biến” có thể đọc được bằng máy tính loại trừ các loại kết nối có dây, không dây, quang, hoặc các loại kết nối truyền thông khác truyền chuyển tiếp bằng tín hiệu điện hoặc các loại tín hiệu khác. Vật ghi bất khả biến có thể đọc được bằng máy tính bao gồm các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu trữ vĩnh viễn và các phương tiện trong đó dữ liệu có thể được lưu trữ và được ghi đè lên sau đó, chẳng hạn như đĩa quang có thể ghi và xóa được hoặc thiết bị nhớ có thể xóa được.

Các định nghĩa cho các từ và cụm từ nhất định khác được sử dụng trong suốt bản mô tả này. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này nên hiểu rằng trong nhiều trường hợp, không phải là hầu hết các trường hợp, thì các định nghĩa như vậy áp dụng cho việc sử dụng các từ và cụm từ đã được định nghĩa trước đó.

Các khía cạnh, dấu hiệu, và ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây, đơn giản bằng cách thể hiện một số phương án và dạng thực hiện cụ thể của sáng chế, bao gồm phần mô tả chi tiết phương án được dự tính để thực hiện sáng chế. Sáng chế cũng có khả năng có các phương án khác, và một số chi tiết của các phương án khác này có thể được sửa đổi theo các khía cạnh khác nhau, nhưng tất cả các phương án được sửa đổi này vẫn nằm không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Do đó, các hình vẽ và phần mô tả được coi là minh họa theo bản chất, và không nhằm hạn chế sáng chế. Sáng chế sẽ được minh họa bằng cách lấy ví dụ, và không theo cách nhằm hạn chế sáng chế, trên các dấu hiệu của các hình vẽ kèm theo.

Trong phần sau đây, cả hai phương pháp dồn kênh phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing, FDD) và dồn kênh phân chia theo thời gian (Time Division Duplexing, TDD) được xem xét là phương pháp song công dành cho báo hiệu đường xuống DL và đường lên UL.

Mặc dù các phương án và phần mô tả làm ví dụ theo giả định sử dụng phương pháp dồn kênh phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) hoặc đa truy nhập phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA), nhưng sáng chế có thể được mở rộng ra sử dụng các dạng sóng truyền dẫn khác dựa trên OFDM hoặc các sơ đồ đa truy nhập chẳng hạn như OFDM đã lọc (F-OFDM) hoặc OFDM với tiền tố vòng zero.

Sáng chế này bao gồm một số thành phần có thể được sử dụng phối hợp hoặc kết

hợp với các thành phần khác hoặc có thể hoạt động như các hệ thống độc lập.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu rõ hơn phần mô tả sáng chế và những ưu điểm của sáng chế, tham khảo phần mô tả dưới đây cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau được sử dụng để chỉ các bộ phận giống nhau:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện mạng không dây làm ví dụ theo các phương của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện gNB làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện UE làm ví dụ theo các phương án của sáng chế;

Fig.4A là hình vẽ thể hiện sơ đồ mức cao của đường truyền đa truy nhập phân chia tần số trực giao theo các phương án của sáng chế;

Fig.4B là hình vẽ thể hiện sơ đồ mức cao của đường thu đa truy nhập phân chia tần số trực giao theo các phương án của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe DL làm ví dụ để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe UL làm ví dụ để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện kết cấu bộ truyền làm ví dụ sử dụng OFDM theo các phương án của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện bộ thu làm ví dụ sử dụng OFDM theo các phương án của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ truyền làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện quy trình làm ví dụ dành cho UE để xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ áp dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trong PUSCH tùy thuộc vào việc PUSCH có vận chuyển tín hiệu truyền dẫn khởi tạo của truyền dẫn lại của khối truyền tải dữ liệu hay không theo các phương án của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một quy trình làm ví dụ dành cho UE để xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ áp dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trong truyền dẫn PUSCH dựa trên báo hiệu trong định dạng UL DCI được liên kết theo các phương

án của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ lên các sóng mang con trong PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển tín hiệu HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ lên các sóng mang con trong PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển tín hiệu HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ lên các sóng mang con PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển tín hiệu HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ lên các sóng mang con PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển tín hiệu HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ trên các sóng mang con PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển tín hiệu HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo tùy chọn thứ nhất để ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI qua các ký hiệu khe PUSCH khả dụng theo các phương án của sáng chế;

Fig.18 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI dựa trên tải CSI tham chiếu (CSI phần 1) theo các phương án của sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về cách tiếp cận thứ nhất để ánh xạ CSI lên các sóng mang con của truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.20 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về cách tiếp cận thứ hai để ánh xạ CSI lên các sóng mang con của truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.21 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về sự có mặt của tín hiệu tham chiếu giải điều biến (Demodulation Reference Signal, DMRS) bổ sung khi UCI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.22 là hình vẽ thể hiện quy trình ánh xạ và lập mã làm ví dụ dành cho tải thông tin ban đầu thông qua việc sử dụng từ mã với chiều dài lớn hơn chiều dài từ mã của tải thông tin ban đầu theo các phương án của sáng chế;

Fig.23 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về quy trình giải mã và giải ánh xạ dành cho

tải thông tin ban đầu thông qua việc sử dụng từ mã với chiều dài lớn hơn chiều dài từ mã của tải thông tin ban đầu theo các phương án của sáng chế;

Fig.24 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về quy trình lập lịch dành cho truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK theo các phương án của sáng chế;

Fig.25 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động phân chia thích nghi khối mã dữ liệu thành các nhóm khối mã dữ liệu và việc tạo ra thích nghi tương ứng của từ mã HARQ-ACK có chiều dài định trước theo các phương án của sáng chế;

Fig.26 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế;

Fig.27 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về quy trình dành cho UE để điều chỉnh chỉ số MCS được báo hiệu trong định dạng UL DCI và xác định chỉ số MCS được điều chỉnh để tính mức tăng tốc độ mã do dòn kênh UCI theo các phương án của sáng chế; và

Fig.28 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về quy trình dành cho UE để điều chỉnh số lượng các khối tài nguyên (Resource Block, RB) được báo hiệu trong định dạng UL DCI để xác định kích thước khối vận chuyển dữ liệu (Transport Block Size, TBS) để tính mức tăng tốc độ mã do dòn kênh UCI hoặc tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, SRS) trong PUSCH theo các phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.28, được mô tả dưới đây, và các phương án khác nhau được sử dụng để mô tả các nguyên lý của sáng chế trong bản mô tả này chỉ để minh họa và không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu rằng các nguyên lý của sáng chế có thể được thực hiện trong hệ thống và thiết bị truyền thông vô tuyến bất kỳ được bố trí phù hợp.

Phần mô tả có dựa vào các tài liệu và các bản mô tả tiêu chuẩn sau đây: 3GPP TS 36.211 v13.2.0, “E-UTRA, Physical channels and modulation”; 3GPP TS 36.212 v13.2.0, “E-UTRA, Multiplexing and Channel coding”; 3GPP TS 36.213 v13.2.0, “E-UTRA, Physical Layer Procedures”; 3GPP TS 36.321 v13.2.0, “E-UTRA, Medium Access Control (MAC) protocol specification”; và 3GPP TS 36.331 v13.2.0, “E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification”.

Để đáp ứng nhu cầu đối với lưu lượng dữ liệu không dây tăng lên vì sự phát triển của các hệ thống truyền thông 4G, thì đã có nhiều nỗ lực được thực hiện để phát triển hệ thống truyền thông Pre5G hoặc 5G cải tiến. Do đó, hệ thống truyền thông 5G hoặc pre-5G

cũng được gọi là hệ thống “Vượt xa mạng 4G” hoặc “Hệ thống sau LTE”.

Hệ thống truyền thông 5G được xem xét thực hiện trong dải tần số cao hơn (sóng mm), ví dụ như dải tần 60 GHz, để đạt được tốc độ dữ liệu cao hơn. Để giảm tiêu hao lan truyền của sóng vô tuyến và tăng khoảng cách truyền dẫn, thì kỹ thuật tạo chùm tia, kỹ thuật nhiều đầu vào-nhiều đầu ra (MIMO) quy mô lớn, kỹ thuật MIMO toàn chiều (FD MIMO), anten mảng, kỹ thuật tạo chùm tia tương tự, kỹ thuật anten mảng lớn và các kỹ thuật tương tự được đề cập trong các hệ thống truyền thông 5G.

Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông 5G, việc phát triển để cải tiến hệ thống mạng được tiến hành dựa trên các tế bào nhỏ hoàn chỉnh, mạng truy nhập vô tuyến dựa trên điện toán đám mây (C-RAN), các mạng siêu dày đặc, truyền thông giữa thiết bị với thiết bị (D2D), truyền thông không dây backhaul, truyền thông chuyển động, truyền thông hợp tác, truyền thông đa điểm điều phối (CoMP), khử nhiễu bên đầu thu và các phương thức truyền thông tương tự.

Trong hệ thống 5G, điều biến lai giữa điều biến khóa dịch pha (FSK) và điều biến biên độ cầu phương (FQAM) và mã chồng cửa sổ trượt (SWSC) như kỹ thuật điều biến và mã hóa thích nghi (AMC), và điều biến lọc dải đa sóng mang (FBMC), đa truy nhập không trực giao (NOMA), và đa truy nhập mã thừa (SCMA) như kỹ thuật truy nhập tiên tiến được phát triển.

Các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.4B bên dưới mô tả các phương án khác nhau được thực hiện trong các hệ thống truyền thông không dây và với việc sử dụng các kỹ thuật truyền thông OFDM hoặc OFDMA. Phần mô tả các hình vẽ từ Fig.1 tới Fig.3 không nhằm hạn chế về mặt vật lý hoặc kiến trúc với cách thức mà trong đó các phương án khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện. Các phương án khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện trong bất kỳ hệ thống truyền thông nào được bố trí phù hợp.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về mạng không dây 100 theo các phương của sáng chế. Phương án về mạng không dây 100 được thể hiện trên Fig.1 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác về mạng không dây 100 có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.1, mạng không dây 100 bao gồm gNB 101, gNB 102, và gNB 103. gNB 101 truyền thông với gNB 102 và gNB 103. gNB 101 cũng truyền thông với ít nhất một mạng 130, chẳng hạn như mạng Internet, mạng giao thức internet (Internet Protocol, IP) riêng, hoặc mạng dữ liệu khác.

gNB 102 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ nhất trong vùng phủ 120 của gNB 102. Các UE thứ nhất bao gồm UE 111, có thể được đặt trong vùng kinh doanh nhỏ (Small Business, SB); UE 112 có thể được đặt trong vùng doanh nghiệp (Enterprise, E); UE 113 có thể được đặt trong vùng WiFi hotspot (HotSpot, HS); UE 114 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ nhất (R), UE 115 có thể được đặt trong vùng cư dân thứ hai (R); và UE 116 có thể là thiết bị di động (Mobile, M), chẳng hạn như điện thoại di động, máy tính xách tay không dây, thiết bị hỗ trợ cá nhân kỹ thuật số PDA không dây, hoặc thiết bị tương tự. gNB 103 cung cấp khả năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130 cho các UE thứ hai trong vùng phủ 125 của gNB 103. Các UE thứ hai bao gồm UE 115 và UE 116. Theo một số phương án của sáng chế, một hoặc nhiều gNB từ 101 tới 103 có thể truyền thông với nhau và với các UE từ 111 tới 116 sử dụng các kỹ thuật truyền thông 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, WiFi, hoặc các kỹ thuật truyền thông không dây khác.

Tùy thuộc vào kiểu mạng, mà thuật ngữ “trạm gốc” hoặc “BS” có thể dùng để chỉ bộ phận bất kỳ (hoặc tập hợp các bộ phận) được tạo cấu hình để cung cấp khả năng truy nhập không dây vào mạng, chẳng hạn như điểm truyền (Transmit Point, TP), điểm thu truyền (Transmit Receive Point, TRP), trạm gốc tăng cường (eNodeB hoặc gNB), gNB, macrocell, femtocell, điểm truy nhập (Access Point, AP) WiFi, hoặc các thiết bị cho phép truyền thông không dây khác. Các trạm gốc có thể cung cấp khả năng truy nhập không dây phù hợp với một hoặc nhiều giao thức truyền thông không dây, ví dụ giao thức truy nhập/giao diện vô tuyến mới (New Radio, NR) 5G 3GPP, giao thức sử dụng trong mạng LTE, giao thức mạng LTE-A, giao thức truy nhập gói tốc độ cao (High Speed Packet Access, HSPA), giao thức mạng Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, v.v.. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “eNodeB” và “gNB” được sử dụng trong sáng chế dùng để chỉ các thành phần cơ sở hạ tầng mạng cung cấp khả năng truy nhập không dây cho các thiết bị đầu cuối ở xa. Do vậy, tùy thuộc vào kiểu mạng, mà các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho “trang bị của người dùng” hoặc “UE” chẳng hạn như “trạm di động”, “trạm thuê bao”, “đầu cuối ở xa”, “đầu cuối không dây” hoặc “thiết bị của người dùng”. Để cho thuận tiện, thì các thuật ngữ “trang bị của người dùng” và “UE” được sử dụng trong sáng chế dùng để chỉ thiết bị không dây ở xa có khả năng truy nhập không dây vào gNB, dù UE là thiết bị di động (chẳng hạn như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh) hoặc là thiết bị cố định (chẳng hạn như máy tính để bàn hoặc máy bán

hàng tự động).

Các đường chấm chấm thể hiện kích thước gần đúng của các vùng phủ 120 và 125, được thể hiện như đường tròn gần đúng chỉ nhằm mục đích minh họa và giải thích. Nên hiểu rõ ràng rằng các vùng phủ được liên kết với các gNB, chẳng hạn như các vùng phủ 120 và 125, có thể có các hình dạng khác, bao gồm các hình dạng không theo quy tắc, tùy thuộc vào cấu hình của các gNB và sự thay đổi trong môi trường vô tuyến liên quan đến sức cản do tự nhiên và trở ngại do con người gây ra.

Như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, một hoặc nhiều UE từ 111 tới 116 bao gồm mạch, chương trình, hoặc dạng kết hợp của chúng, để truyền thông tin điều khiển đường lên (UCI) trên kênh dữ liệu chia sẻ đường lên hoặc để xác định từ mã với thông tin báo nhận trong hệ thống truyền thông không dây tiên tiến. Theo một số phương án cụ thể, và một hoặc nhiều gNB từ 101 tới 103 bao gồm mạch, chương trình, hoặc dạng kết hợp của chúng, để thu UCI trên kênh dữ liệu chia sẻ đường lên vật lý hoặc kênh điều khiển đường lên vật lý, hoặc để xác định từ mã với thông tin báo nhận trong hệ thống truyền thông không dây tiên tiến.

Mặc dù Fig.1 minh họa một về dụ về mạng không dây 100, nhưng các thay đổi khác nhau vẫn có thể được tạo ra dựa vào Fig.1. Ví dụ, mạng không dây 100 có thể bao gồm số lượng gNB bất kỳ và số lượng UE bất kỳ được bố trí phù hợp. Do đó, gNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với số lượng UE bất kỳ và cung cấp cho những UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây vào mạng 130. Tương tự như vậy, mỗi gNB 102 và gNB 103 có thể truyền thông trực tiếp với mạng 130 và cung cấp cho các UE này chức năng truy nhập băng rộng không dây trực tiếp vào mạng 130. Hơn nữa, các gNB 101, gNB 102, và/hoặc gNB 103 có thể cung cấp chức năng truy nhập vào các mạng bên ngoài khác hoặc bổ sung, chẳng hạn như các mạng điện thoại bên ngoài hoặc các kiểu mạng dữ liệu khác.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện về gNB 102 làm ví dụ theo các phương án của sáng chế. Phương án của gNB 102 được thể hiện trên Fig.2 chỉ nhằm mục đích minh họa, và các gNB 101 và 103 trên Fig.1 cũng có cấu hình giống hoặc tương tự. Tuy nhiên, các gNB có rất nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.2 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với bất kỳ dạng thực hiện cụ thể nào của gNB.

Như được thể hiện trên Fig.2, gNB 102 bao gồm nhiều anten từ 205a tới 205n, nhiều bộ thu phát RF từ 210a tới 210n, mạch xử lý truyền (TX) 215, và mạch xử lý thu

(RX) 220. gNB 102 cũng bao gồm bộ điều khiển/bộ xử lý 225, bộ nhớ 230, và mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235.

Các bộ thu phát từ 210a tới 210n thu, từ các anten từ 205a tới 205n, các tín hiệu RF theo chiều đến, chẳng hạn như các tín hiệu được truyền bằng các UE trong mạng 100. Các bộ thu phát từ 210a đến 210n biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được truyền tới mạch xử lý RX 220, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 220 truyền các tín hiệu băng gốc đã xử lý tới bộ điều khiển/bộ xử lý 225 để tiếp tục xử lý. Theo một số phương án của sáng chế, các bộ thu phát từ 210a tới 210n có khả năng truyền kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) vận chuyển định dạng thông tin điều khiển đường xuống (DCI), kênh điều chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) vận chuyển một hoặc nhiều khối vận chuyển dữ liệu được lập lịch bởi định dạng DCI, và thông tin cấu hình để thu kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) hoặc kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) vận chuyển thông tin báo nhận nhằm đáp lại hoạt động truyền một hoặc nhiều khối vận chuyển dữ liệu.

Mạch xử lý TX 215 thu tín hiệu tương tự hoặc dữ liệu số (chẳng hạn như dữ liệu thoại, dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 225. Mạch xử lý TX 215 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu băng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 210a đến 210n thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 215 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten từ 205a đến 205n.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác điều khiển toàn bộ hoạt động của gNB 102. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng các bộ thu phát RF từ 210a đến 210n, mạch xử lý RX 220, và mạch xử lý TX 215 theo các nguyên lý đã biết. Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ thêm các chức năng như các chức năng truyền thông không dây cải tiến. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ các hoạt động tạo chùm hoặc các hoạt động định tuyến hướng mà trong đó các tín hiệu theo chiều đi từ các anten 205a đến 205n được nhân trọng số khác nhau để điều khiển hướng các tín hiệu theo chiều đi đúng hướng phù hợp. Có rất nhiều

các loại chức năng khác cũng có thể được hỗ trợ trong gNB 102 bằng bộ điều khiển/bộ xử lý 225.

Theo một số phương án, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 bao gồm ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển. Như được mô tả chi tiết hơn bên dưới, gNB 102 có thể bao gồm mạch, chương trình, hoặc dạng kết hợp của chúng để xử lý kênh đường lên và/hoặc kênh đường xuống. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều lệnh, được lưu trong bộ nhớ 230, mà được tạo cấu hình để làm cho bộ điều khiển/bộ xử lý xử lý tín hiệu.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 cũng có khả năng thực hiện các chương trình và các tiến trình khác được ghi trong bộ nhớ 130, chẳng hạn như hệ điều hành. Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 230 như được yêu cầu bởi quy trình thực hiện.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 225 còn có thể được ghép nối với mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235. Mạng backhaul hoặc giao diện mạng 235 cho phép gNB 102 truyền thông với các thiết bị hoặc hệ thống khác thông qua kết nối backhaul hoặc qua mạng. Giao diện 235 cũng có thể hỗ trợ truyền thông qua bất kỳ loại kết nối có dây hoặc không dây nào phù hợp. Ví dụ, khi gNB 102 được thực hiện như một phần của hệ thống truyền thông di động (chẳng hạn như hệ thống truyền thông hỗ trợ 5G, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện 235 có thể cho phép gNB 102 truyền thông với các gNB khác qua kết nối backhaul có dây hoặc không dây. Khi gNB 102 được thực hiện như là điểm truy nhập, thì giao diện 235 có thể cho phép gNB 102 truyền thông qua mạng vùng nội bộ có dây hoặc không dây hoặc qua kết nối có dây hoặc không dây tới mạng lớn hơn (chẳng hạn như Internet). Giao diện 235 bao gồm bất kỳ loại truyền thông hỗ trợ kết cấu phù hợp qua kết nối có dây hoặc không dây, chẳng hạn như Ethernet hoặc bộ thu phát RF.

Bộ nhớ 230 được ghép nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 225. Một phần của bộ nhớ 230 có thể bao gồm bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 230 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Mặc dù Fig.2 thể hiện một ví dụ về gNB 102, nhưng các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện dựa trên Fig.2. Ví dụ, gNB 102 có thể bao gồm số lượng bất kỳ mỗi bộ phận được thể hiện trên Fig.2. Như là một ví dụ cụ thể, điểm truy nhập có thể bao gồm một số các giao diện 235, và bộ điều khiển/bộ xử lý 225 có thể hỗ trợ các chức năng định tuyến để định tuyến dữ liệu giữa các địa chỉ mạng khác nhau. Một ví dụ cụ thể khác,

trong khi được thể hiện trên hình vẽ bao gồm một mạch xử lý TX 215 và mạch xử lý RX 220, nhưng gNB 102 cũng có thể bao gồm nhiều loại mạch nêu trên (chẳng hạn như mỗi loại mạch được dùng cho mỗi bộ thu phát RF). Do đó, các bộ phận khác nhau trên Fig.2 có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các bộ phận bổ sung có thể được thêm vào theo yêu cầu đặc biệt.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về gNB 116 theo các phương án của sáng chế. Phương án của UE 116 được thể hiện trên Fig.3 chỉ duy nhất nhằm mục đích minh họa, và các UE từ 111 tới UE 115 trên Fig.1 cũng có cấu hình giống hoặc tương tự. Tuy nhiên, các UE có rất nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3 không nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế với bất kỳ dạng thực hiện cụ thể nào của UE.

Như được thể hiện trên Fig.3, UE 116 bao gồm anten 305, bộ thu phát tần số vô tuyến (RF) 310, mạch xử lý truyền (TX) 315, micro 320, và mạch xử lý thu (RX) 325. UE 116 cũng bao gồm loa 330, bộ xử lý 340, giao diện (IF) nhập/xuất (I/O) 345, màn hình cảm ứng 350, bộ hiển thị 255, và bộ nhớ 360. Bộ nhớ 360 bao gồm hệ điều hành (OS) 361 và một hoặc nhiều chương trình ứng dụng 362.

Bộ thu phát RF 310 thu, từ anten 305, tín hiệu RF theo chiều đến được truyền bằng gNB của mạng 100. Các bộ thu phát từ 310 biến đổi xuống các tín hiệu RF theo chiều đến để tạo ra các tín hiệu trung tần (IF) hoặc tín hiệu băng gốc. Các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc được truyền tới mạch xử lý RX 325, tạo ra các tín hiệu băng gốc đã xử lý bằng cách lọc, giải mã, và/hoặc số hóa các tín hiệu IF hoặc tín hiệu băng gốc. Mạch xử lý RX 325 truyền tín hiệu băng gốc đã xử lý tới loa 330 (chẳng hạn như dành cho dữ liệu thoại) hoặc tới bộ xử lý 340 để tiếp tục xử lý (chẳng hạn như dành cho dữ liệu trình duyệt web).

Mạch xử lý TX 315 thu dữ liệu thoại dạng tương tự hoặc số từ micro 320 hoặc dữ liệu băng gốc theo chiều đi khác (chẳng hạn như dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu tương tác của trò chơi video) từ bộ xử lý 340. Mạch xử lý TX 315 lập mã, dồn kênh, và/hoặc số hóa dữ liệu băng gốc theo chiều đi để tạo ra các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF đã xử lý. Các bộ thu phát từ 310 thu các tín hiệu băng gốc và tín hiệu IF đã xử lý theo chiều đi từ mạch xử lý TX 315 và biến đổi lên các tín hiệu băng gốc hoặc tín hiệu IF thành các tín hiệu RF được truyền qua các anten 305.

Bộ xử lý 340 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc các bộ phận xử lý khác và bộ xử lý 340 vận hành hệ điều hành OS 361 được lưu trữ trong bộ nhớ 360 để

điều khiển toàn bộ hoạt động của UE 116. Ví dụ, bộ xử lý 340 có thể điều khiển thu các tín hiệu kênh chuyển tiếp và truyền dẫn các tín hiệu kênh ngược bằng các bộ thu phát RF 310, mạch xử lý RX 325, và mạch xử lý TX 315 theo các nguyên lý đã biết. Theo một số phương án của sáng chế, bộ xử lý 340 bao gồm ít nhất một bộ vi xử lý hoặc bộ vi điều khiển.

Bộ xử lý 340 có khả năng thực hiện các quy trình và chương trình khác có trong bộ nhớ 360, chẳng hạn như xử lý tín hiệu tham chiếu trên kênh đường xuống. Bộ xử lý 340 có thể di chuyển dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 360 như được yêu cầu bởi quy trình thực hiện. Theo một số phương án, bộ xử lý 340 được tạo cấu hình để thực hiện các chương trình ứng dụng 362 dựa trên hệ điều hành OS 361 hoặc nhằm đáp lại các tín hiệu thu được từ các gNB hoặc người dùng. Bộ xử lý 340 cũng được nối với giao diện nhập/xuất 345, cung cấp cho UE 116 khả năng kết nối với các thiết bị khác chẳng hạn như các máy tính xách tay và máy tính cầm tay. Giao diện nhập/xuất 345 là đường truyền thông giữa các thiết bị và bộ xử lý 340.

Bộ xử lý 340 cũng có thể được ghép nối với màn hình cảm ứng 350 và bộ hiển thị 355. Người sử dụng UE 116 có thể sử dụng màn hình cảm ứng 350 để nhập dữ liệu vào trong UE 116. Bộ hiển thị 355 có thể là bộ hiển thị tinh thể lỏng, bộ hiển thị điốt phát quang, hoặc bộ hiển thị khác có khả năng xuất ra đoạn văn bản và/hoặc ít nhất là đồ họa bị hạn chế, chẳng hạn từ các trang web.

Bộ nhớ 360 được ghép nối với bộ xử lý 340. Một phần của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), và phần khác của bộ nhớ 360 có thể bao gồm bộ nhớ dạng flash hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Mặc dù Fig.3 thể hiện một ví dụ về UE 116, nhưng các thay đổi khác nhau có thể được thực hiện dựa trên Fig.3. Ví dụ, các bộ phận khác nhau trên Fig.3 có thể được kết hợp, được chia nhỏ ra, hoặc được bỏ qua và các bộ phận bổ sung có thể được thêm vào theo yêu cầu đặc biệt. Một ví dụ cụ thể khác, các bộ xử lý 340 cũng có thể được chia thành nhiều bộ xử lý, chẳng hạn như một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (CPU) và một hoặc nhiều bộ xử lý đồ họa (GPU). Do đó, mặc dù Fig.3 thể hiện UE 116 được tạo cấu hình như điện thoại di động hoặc điện thoại thông minh, nhưng các UE cũng có thể được tạo cấu hình để hoạt động như các loại thiết bị di động hoặc cố định khác.

Fig.4A là hình vẽ thể hiện sơ đồ mức cao của mạch đường truyền 400. Ví dụ, mạch đường truyền 400 có thể được sử dụng cho truyền thông đa truy nhập phân chia

tần số trực giao (OFDMA). Fig.4B là hình vẽ thể hiện sơ đồ mức cao của mạch đường thu 450. Ví dụ, mạch đường thu 450 có thể được sử dụng cho truyền thông OFDMA. Trên Fig.4A và Fig.4B, để truyền thông đường xuống, thì mạch đường truyền 400 có thể được thực hiện trong trạm gốc (ví dụ gNB) 102 hoặc trạm chuyển tiếp, và mạch đường thu 450 có thể được thực hiện trong thiết bị người dùng (ví dụ thiết bị người dùng 116 trên Fig.1). Theo các ví dụ khác, để truyền thông đường lên, thì mạch đường thu 450 có thể được thực hiện trong trạm gốc (ví dụ gNB 102 trên Fig.1) hoặc trạm chuyển tiếp, và mạch đường truyền 400 có thể được thực hiện trong thiết bị người dùng (ví dụ thiết bị người dùng 116 trên Fig.1).

Mạch đường truyền 400 bao gồm khối mã hóa và điều biến kênh 405, khối biến đổi nối tiếp - song song (S-thành-P) 410, khối biến đổi Fourier ngược nhanh (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) kích thước N 415, khối biến đổi song song - nối tiếp (P thành S) 420, khối tiền tố vòng 425, và khối biến đổi lên (Up-Converter, UC) 430. Mạch đường thu 450 bao gồm khối biến đổi xuống (Down-Converter, DC) 455, khối loại bỏ tiền tố vòng 460, khối biến đổi nối tiếp - song song (S thành P) 465, khối biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform, FFT) kích thước N 470, khối biến đổi song song - nối tiếp (P thành S) 475, và khối giải điều biến và giải mã kênh 480.

Ít nhất một số thành phần trên Fig.4A và Fig.4B có thể được thực hiện bằng phần mềm, trong khi các thành phần khác có thể được thực hiện bằng phần cứng có thể tạo cấu hình được hoặc dạng kết hợp giữa phần mềm và phần cứng có thể tạo cấu hình được. Cụ thể, được chú ý rằng các khối FFT và IFFT được mô tả trong phần mô tả sáng chế có thể được thực hiện như các thuật toán phần mềm có thể tạo cấu hình được, trong đó giá trị kích thước N có thể được biến đổi theo dạng thực hiện cụ thể.

Hơn nữa, mặc dù sáng chế được mô tả theo phương án sử dụng biến đổi Fourier nhanh và biến đổi Fourier ngược nhanh, nhưng phương án này chỉ là ví dụ minh họa và không được hiểu là nhằm hạn chế phạm vi của sáng chế. Có thể được đánh giá cao rằng phương án thay thế của sáng chế, các hàm biến đổi Fourier nhanh và biến đổi Fourier ngược nhanh có thể dễ dàng được thay thế lần lượt bởi các hàm biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform, DFT) và biến đổi Fourier rời rạc ngược (Inverse Discrete Fourier Transform, IDFT). Có thể được đánh giá cao rằng các hàm DFT và IDFT, giá trị biến N có thể là số nguyên bất kỳ (tức là 1, 4, 3, 4, v.v.), trong khi đối với các hàm FFT và IFFT, thì giá trị biến N có thể là số nguyên bất kỳ mà là lũy thừa của hai (tức là 1, 2,

4, 8, 16, v.v.).

Trong mạch đường truyền 400, khối mã hóa và điều biến kênh 405 thu tập bit thông tin, áp dụng mã hóa (ví dụ mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low-Density Parity Check, LDPC)) và điều biến (ví dụ điều biến dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK) hoặc điều biến QAM) các bit đầu vào để tạo ra chuỗi ký hiệu điều biến miền tần số. Khối biến đổi nối tiếp - song song 410 chuyển đổi (tức là phân kênh) các ký hiệu được điều biến nối tiếp thành dữ liệu song song để tạo ra N luồng ký hiệu song song, trong đó N là kích thước của khối IFFT/FFT được sử dụng BS 102 và UE 116. Sau đó, khối IFFT kích thước N 415 thực hiện thao tác IFFT trên N luồng ký hiệu song song để tạo ra các tín hiệu đầu ra trong miền thời gian. Khối biến đổi song song - nối tiếp 420 chuyển đổi (tức là dồn kênh) các ký hiệu đầu ra song song trong miền thời gian từ khối IFFT kích thước N 415 để tạo ra tín hiệu nối tiếp trong miền thời gian. Sau đó, khối thêm tiền tố vòng 425 chèn thêm tiền tố vòng vào tín hiệu trong miền thời gian. Cuối cùng, khối biến đổi lên 430 điều biến (tức là biến đổi lên) đầu ra của khối thêm tiền tố vòng 425 thành tần số RF để truyền dẫn qua kênh không dây. Tín hiệu này cũng có được lọc tại băng gốc trước khi biến đổi thành tần số RF.

Tín hiệu RF được truyền đi tới UE 116 sau khi đi qua kênh không dây, và các hoạt động ngược lại với các hoạt động được thực hiện tại gNB 102 được thực hiện. Khối biến đổi xuống 455 biến đổi xuống tín hiệu được thu thành tần số băng gốc, và khối loại bỏ tiền tố vòng 460 loại bỏ tiền tố vòng để tạo ra tín hiệu băng gốc nối tiếp trong miền thời gian. Khối biến đổi nối tiếp - song song 465 chuyển đổi tín hiệu băng gốc trong miền thời gian thành các tín hiệu song song trong miền thời gian. Sau đó, khối FFT kích thước N 470 thực hiện thuật toán FFT để tạo ra N tín hiệu song song trong miền tần số. Khối biến đổi song song - nối tiếp chuyển đổi các tín hiệu song song trong miền tần số thành chuỗi các ký hiệu dữ liệu được điều biến. Khối giải điều biến và giải mã kênh 480 giải điều biến và sau đó giải mã các ký hiệu được điều biến để khôi phục luồng dữ liệu đầu vào ban đầu.

Mỗi một gNB từ gNB 101 tới gNB 103 có thể thực hiện đường truyền tương tự việc truyền trong đường xuống tới các UE từ UE 111 tới UE 116 và có thể thực hiện đường thu tương tự việc thu trong đường lên từ các UE từ UE 111 tới UE 116. Tương tự như vậy, mỗi một UE từ UE 111 tới UE 116 có thể thực hiện đường truyền tương ứng với kết cấu để truyền trong đường lên tới các gNB từ gNB 101 tới gNB 103 và có thể

thực hiện đường thu 250 tương ứng với kết cấu để thu trong đường xuống từ các gNB từ gNB 101 tới gNB 103.

Hoạt động truyền dẫn đường lên hoặc xuống có thể dựa trên dạng sóng OFDM bao gồm phương án sử dụng mã trước DFT mà được biết đến như OFDM trải DFT mà thường được áp dụng cho truyền dẫn đường lên.

Đơn vị thời gian tham chiếu dành cho báo hiệu đường xuống hoặc đường lên trên tế bào được dùng để chỉ là khe và có thể bao gồm một hoặc nhiều các ký hiệu khe. Đơn vị băng thông (BW) được dùng để chỉ khối tài nguyên (RB). Một RB bao gồm một số lượng các sóng mang con (Sub-Carrier, SC). Ví dụ, một khe có thể có độ dài một nửa mili giây hoặc một mili giây, lần lượt bao gồm 7 ký hiệu hoặc 14 ký hiệu, và một RB có thể có độ rộng băng thông BW là 180 KHz và bao gồm 12 sóng mang con SC với khoảng cách sóng mang con là 15 KHz hoặc độ rộng băng thông BW là 720 KHz và bao gồm 12 sóng mang con SC với khoảng cách sóng mang con là 60 KHz. Khả năng thu BW hoặc khả năng truyền BW đối với UE có thể lần lượt nhỏ hơn so với BW hệ thống DL hoặc BW hệ thống UL, và các UE khác nhau có thể lần lượt được tạo cấu hình thu DL hoặc truyền UL theo các đường khác nhau của BW hệ thống DL hoặc BW hệ thống UL, trên mỗi khe. Khe có thể là khe DL hoàn toàn, hoặc khe UL hoàn toàn, hoặc khe lai mà bao gồm cả các ký hiệu để truyền dẫn DL và các ký hiệu để truyền dẫn UL, tương tự với khung con đặc biệt trong các hệ thống song công phân chia thời gian (TDD). Khi dạng sóng OFDM được sử dụng để truyền dẫn, thì các phần tử tài nguyên (Resource Element, RE) tương đương với các sóng mang con (SC). Khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn, thì các RE tương đương với các sóng mang con ảo. Hai thuật ngữ được sử dụng thay thế nhau trong phần mô tả của sáng chế.

Các tín hiệu DL bao gồm các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển DL (DCI), và các tín hiệu tham chiếu (RS) mà đã được biết đến như là các tín hiệu dẫn đường. gNB truyền thông tin dữ liệu hoặc DCI thông qua các kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) hoặc các kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) tương ứng. gNB truyền một hoặc nhiều kiểu tín hiệu tham chiếu (RS) bao gồm tín hiệu tham chiếu - thông tin trạng thái kênh (Channel State Information - Reference Signal, CSI-RS) và tín hiệu tham chiếu giải điều biến (Demodulation RS, DMRS). CSI-RS được dùng cho các UE để thực hiện đo và cung cấp thông tin trạng thái kênh (CSI) cho gNB. DMRS thường chỉ được truyền trong

BW của PDCCH hoặc PDSCH tương ứng và UE có thể sử dụng DMRS để giải điều biến DCI hoặc thông tin dữ liệu. DL DMRS hoặc CSI-RS có thể được cấu thành bởi chuỗi Zadoff-Chu (ZC) hoặc chuỗi giả tạp âm (Pseudo-Noise, PN).

Để đo lường kênh, thì các tài nguyên CSI-RS công suất khác không (Non-Zero Power CSI-RS, NZP CSI-RS) được sử dụng. Để báo cáo đo lường nhiễu (Interference Measurement Report, IMR), thì các tài nguyên đo lường nhiễu (CSI Interference Measurement, CSI-IM) được liên kết với cấu hình CSI-RS công suất khác không (ZP CSI-RS) được sử dụng. Quá trình xử lý CSI bao gồm các tài nguyên NZP CSI-RS và CSI-IM. UE có thể xác định các thông số truyền dẫn CSI-RS thông qua báo hiệu lớp cao hơn, chẳng hạn như báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC) từ gNB. Các đối tượng truyền dẫn và các tài nguyên của CSI-RS có thể được chỉ báo bởi báo hiệu điều khiển đường xuống DL hoặc được tạo cấu hình bởi lớp cao hơn. DMRS chỉ được truyền trong BW của PDCCH hoặc PDSCH tương ứng và UE có thể sử dụng DMRS để giải điều biến dữ liệu hoặc thông tin điều khiển.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe đường xuống 500 để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH theo các phương án của sáng chế. Một phương án của kết cấu khe DL 500 để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH được thể hiện trên Fig.5 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Khe 510 bao gồm $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ ký hiệu 520 mà trong đó gNB truyền thông tin dữ liệu, DCI, hoặc DMRS. BW hệ thống DL bao gồm $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ khối tài nguyên (RB). Mỗi RB bao gồm $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sóng mang con (SC). Ví dụ, $N_{\text{sc}}^{\text{RB}} = 12$. UE được gán M_{PDSCH} RB do đó có tổng cộng $M_{\text{sc}}^{\text{PDSCH}} = M_{\text{PDSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC 530 dành cho BW truyền dẫn PDSCH. Ký hiệu khe thứ nhất 540 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền DCI và DMRS. Ký hiệu khe thứ hai 550 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền DCI, DMRS, hoặc thông tin dữ liệu. Các ký hiệu khe còn lại 560 có thể được sử dụng bởi gNB để truyền thông tin dữ liệu, DMRS, và có thể truyền CSI-RS. Trong một số khe, gNB cũng có thể truyền các tín hiệu đồng bộ và thông tin hệ thống.

Các tín hiệu UL cũng bao gồm các tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, các tín hiệu vận chuyển thông tin điều khiển đường lên (UCI), DMRS được liên kết với dữ liệu hoặc giải điều biến UCI, tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS) cho phép gNB

thực hiện đo lường kênh UL, và thông tin mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (Random Access, RA) cho phép UE thực hiện truy nhập ngẫu nhiên. UE truyền thông tin dữ liệu hoặc UCI thông qua kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) hoặc kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) tương ứng. Khi UE đồng thời truyền thông tin dữ liệu và UCI, thì UE có thể dồn kênh cả hai trong PUSCH. UCI bao gồm thông tin báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK), chỉ báo phát hiện chính xác hoặc không chính xác của các khối vận chuyển (TB) dữ liệu trong PDSCH, yêu cầu lập lịch (Scheduling Request, SR) chỉ báo việc UE có dữ liệu trong bộ nhớ đệm của UE hay không, và các báo cáo CSI cho phép gNB chọn các thông số thích hợp để truyền dẫn PDSCH hoặc PDCCH tới UE.

Báo cáo CSI từ UE có thể bao gồm bộ chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI) thông báo cho gNB về sơ đồ điều biến và mã hóa (Modulation and Coding Scheme, MCS) lớn nhất dành cho UE để phát hiện khối vận chuyển dữ liệu với tỷ lệ lỗi khối định trước (Block Error Rate, BLER), chẳng hạn như 10% BLER, của bộ chỉ báo ma trận mã trước (Precoding Matrix Indicator, PMI) thông báo cho gNB cách kết hợp các tín hiệu từ nhiều anten bộ truyền phù hợp với nguyên lý truyền dẫn MIMO, và bộ chỉ báo bậc (Rank Indicator, RI) chỉ báo bậc truyền dẫn dành cho PDSCH. RI và CSI cũng có thể được mã hóa chung với CSI và CSI có thể bao gồm hai phần mà trong đó CSI phần 1 có thể bao gồm RI, CRI, và một số phần định trước của CSI trong khi CSI phần 2 có thể bao gồm CSI còn lại. UL RS bao gồm DMRS và SRS. DMRS chỉ được truyền trong BW truyền dẫn PUSCH hoặc PUCCH tương ứng. DMRS hoặc SRS có thể được biểu diễn bằng chuỗi ZC hoặc chuỗi được tạo ra bằng máy tính (Computer Generated, CG) với các thuộc tính định trước. Dịch vòng (Cyclic Shift, CS) được liên kết với chuỗi ZC hoặc chuỗi GC có thể nhảy dịch vòng kịp thời. Ví dụ, gNB có thể chỉ báo rõ ràng hoặc ngầm cho UE về CS dành cho chuỗi GC mà có thể áp dụng được để truyền dẫn DMRS thứ nhất trong PUSCH hoặc PUCCH và UE có thể xác định CS để truyền dẫn DMRS tiếp theo trong PUSCH hoặc PUCCH dựa trên mẫu nhảy CS định trước. gNB có thể sử dụng DMRS để giải điều biến thông tin trong PUSCH hoặc PUCCH tương ứng. SRS được truyền bởi UE để cung cấp cho gNB thông tin CSI đường lên và, đối với hệ thống TDD, truyền dẫn tín hiệu SRS có thể cung cấp thông tin PMI dành cho truyền dẫn đường xuống. Ngoài ra, để thiết lập đồng bộ hoặc kết nối RRC khởi tạo với gNB, thì UE có thể truyền kênh truy nhập ngẫu nhiên vật lý.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện kết cấu khe UL 600 làm ví dụ để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH theo các phương án của sáng chế. Một phương án của kết cấu khe UL 600 để truyền dẫn PDSCH hoặc truyền dẫn PDCCH được thể hiện trên Fig.6 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Khe 610 bao gồm $N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$ ký hiệu 620 trong đó UE truyền thông tin dữ liệu, UCI, hoặc RS bao gồm ít nhất một ký hiệu mà UE truyền DMRS 630. BW hệ thống UL bao gồm $N_{\text{RB}}^{\text{UL}}$ RB. Mỗi RB bao gồm $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ sóng mang con (SC). UE được gán M_{PUSCH} RB do đó có tổng cộng $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} = M_{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC 640 cho BW truyền dẫn PUSCH (“X” = “S”) hoặc cho BW truyền dẫn PUCCH (“X” = “C”). Một hoặc nhiều ký hiệu khe cuối có thể được sử dụng để dồn kênh các truyền dẫn SRS 650 (hoặc truyền dẫn PUCCH) từ một hoặc nhiều UE. Số lượng các ký hiệu khe UL khả dụng để truyền dữ liệu/UCI/DMRS là $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} = 2 \cdot (N_{\text{symb}}^{\text{UL}} - 1) - N_{\text{SRS}}$. $N_{\text{SRS}} > 0$ khi N_{SRS} ký hiệu khe cuối được sử dụng để truyền dẫn SRS (hoặc truyền dẫn PUCCH) từ các UE mà phủ chòm lên ít nhất một phần BW với BW truyền dẫn PUSCH; hoặc ngược lại, $N_{\text{SRS}} = 0$. Do đó, tổng số sóng mang con (SC) để truyền dẫn PUSCH là $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$. Việc truyền dẫn PUCCH và PUSCH cũng có thể xảy ra trong cùng khe; ví dụ, UE có thể truyền PUSCH trong các ký hiệu khe trước đó và PUCCH trong các ký hiệu khe sau.

Khe lai bao gồm vùng truyền dẫn DL, vùng bảo vệ, và vùng truyền dẫn UL, tương tự với khung con đặc biệt trong hệ thống LTE. Ví dụ, vùng truyền dẫn DL có thể chứa truyền dẫn PDCCH và PDSCH và vùng truyền dẫn UL có thể chứa truyền dẫn PUCCH. Ví dụ, vùng truyền dẫn DL có thể chứa truyền dẫn PDCCH và vùng truyền dẫn UL có thể chứa truyền dẫn PUSCH và PUCCH.

Truyền dẫn PDCCH có thể vượt quá một số lượng các phân tử điều khiển kênh (Control Channel Element, CCE). UE thường thực hiện nhiều hoạt động giải mã PDCCH để phát hiện các định dạng DCI trong khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, TTI). UE xác định các vị trí của các CCE để thu PDCCH (ứng cử PDCCH) theo hàm không gian tìm kiếm đối với mức cộng gộp CCE tương ứng. Định dạng DCI bao gồm các bit kiểm dư vòng (Cyclic Redundancy Check, CRC) dành cho UE xác nhận việc phát hiện chính xác định dạng DCI. Kiểu định dạng DCI được nhận

dạng bằng bộ nhận dạng tạm thời mạng vô tuyến (Radio Network Temporary Identifier, RNTI) mà xáo trộn các bit CRC.

Trong phần sau đây, định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PDSCH tới UE được dùng để chỉ định dạng DL DCI hoặc sự gán đường xuống trong khi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE được dùng để chỉ định dạng UL DCI hoặc cấp phát UL. Định dạng DL DCI hoặc định dạng UL DCI bao gồm trường bộ chỉ báo dữ liệu mới (New Data Indicator, NDI) chỉ báo việc có hay không truyền dẫn khối vận chuyển (TB) dữ liệu được lập lịch bởi DL DCI hoặc UL DCI lần lượt trong PDSCH hoặc PUSCH, là khối vận chuyển dữ liệu mới hoặc khối vận chuyển dữ liệu được truyền trước đó dành cho quá trình HARQ được liên kết.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện kết cấu bộ truyền 700 làm ví dụ sử dụng kỹ thuật OFDM theo các phương án của sáng chế. Một phương án của kết cấu bộ truyền 700 được thể hiện trên Fig.7 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Các bit thông tin, chẳng hạn như các bit DCI hoặc bit dữ liệu 710, được lập mã bởi bộ lập mã 720, tốc độ so khớp với các tài nguyên thời gian/tần số được gán bằng bộ so khớp tỷ lệ 730, và được điều biến bởi bộ điều biến 740. Sau đó, các ký hiệu được lập mã được điều biến và DMRS hoặc SRS 750 được ánh xạ lên các sóng mang con (SC) 760 bằng bộ ánh xạ SC 765, và việc biến đổi Fourier ngược nhanh (IFFT) được thực hiện bởi bộ lọc 770, tiền tố vòng (CP) được thêm vào bởi bộ chèn tiền tố vòng 780, và tín hiệu đầu ra được lọc bởi bộ lọc 790 và được truyền bởi bộ tần số vô tuyến (RF) 795.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện kết cấu bộ thu 800 làm ví dụ sử dụng kỹ thuật OFDM theo các phương án của sáng chế. Một phương án của kết cấu bộ thu 800 được thể hiện trên Fig.8 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu thu được 810 được lọc bởi bộ lọc 820, bộ loại bỏ CP loại bỏ CP 830, bộ lọc 840 thực hiện biến đổi Fourier nhanh (FFT), bộ giải ánh xạ SC 850 giải ánh xạ SC được chọn bởi bộ chọn BW 855, các ký hiệu thu được được giải điều biến bằng bộ ước lượng và giải điều biến kênh 860, bộ giải so khớp tỷ lệ 870 khôi phục tỷ lệ so khớp, và bộ giải mã 880 giải mã các bit đầu ra để cung cấp các bit thông tin 890.

Khi UE truyền các bit HARQ-ACK, các bit RI, hoặc các bit bộ chỉ báo tài nguyên CSI-RS (CRI) trong PUSCH mà vận chuyển một khối vận chuyển dữ liệu, thì

UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp Q dành cho tín hiệu HARQ-ACK như trong phương trình 1. Hoạt động xác định tương tự được áp dụng khi PUSCH vận chuyển nhiều hơn một dữ liệu ví dụ như hai khối vận chuyển dữ liệu.

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH-initial}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH-initial}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH}} \right) \quad (\text{Phương trình 1})$$

trong đó O là số lượng các bit HARQ-ACK, bit RI, hoặc các bit CRI, M_{sc}^{PUSCH} là BW truyền dẫn PUSCH được lập lịch, theo số lượng sóng mang con (SC), trong khe hiện thời dành cho khối vận chuyển dữ liệu, và $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH-initial}}$ là số lượng các ký hiệu khe để truyền dẫn PUSCH khởi tạo dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu, $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}}$ để truyền dẫn tín hiệu HARQ-ACK hoặc $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{RI}}$ là thông số được tạo cấu hình cho UE bởi gNB thông qua báo hiệu lớp cao hơn, $M_{sc}^{\text{PUSCH-initial}}$, C , và K_r thu được từ định dạng DCI được vận chuyển trong kênh điều khiển đường xuống khởi tạo dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu. Nếu không có kênh điều khiển đường xuống khởi tạo dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu, thì $M_{sc}^{\text{PUSCH-initial}}$, C , và K_r được xác định từ sự gán lập lịch bán ổn định (Semi-Persistent Scheduling, SPS) gần nhất khi PUSCH khởi tạo dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu là SPS hoặc từ sự cấp phát đáp lại truy nhập ngẫu nhiên dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu khi PUSCH được khởi tạo bằng sự cấp phát đáp lại truy nhập ngẫu nhiên. Ngoài ra, C là số lượng các khối mã (Code Block, CB) trong khối vận chuyển dữ liệu và K_r là kích thước của CB r , $\lceil \cdot \rceil$ là hàm trần mà làm tròn giá trị tới số nguyên lớn hơn tiếp theo, và $\min(x, y)$ là hàm cực tiểu cho ra kết quả giá trị nhỏ hơn của x hoặc y .

Khi UE truyền CQI hoặc PMI trong PUSCH (được thể hiện là CQI/PMI và được dùng để chỉ chung là CSI cho ngắn gọn), thì UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp Q như trong phương trình 2. Đối với hệ thống đa chùm với kỹ thuật tạo chùm tương tự hoặc lai, thì báo cáo CSI có thể bao gồm thông tin trạng thái chùm (Beam State Information, BSI) hoặc thông tin liên quan tới chùm (Beam Related Information, BRI) ngoài CQI và PMI.

$$Q' = \min \left(\left[\frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{\text{PUSCH-initial}(x)} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH-initial}(x)} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C^{(x)}-1} K_r^{(x)}} \right], M_{sc}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - \frac{Q_{RI}^{(x)}}{Q_m^{(x)}} \right) \quad (\text{Phương trình 2})$$

2)

trong đó O là số lượng các bit CQI/PMI, và L là số các bit kiểm dư vòng (CRC) được xác định bởi $L = \begin{cases} 0 & O \leq 11 \\ 8 & \text{hoặc ngược lại} \end{cases}$, và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{CQI}}$ là thông số được tạo cấu hình cho UE bởi gNB thông qua báo hiệu lớp cao hơn $Q_{\text{CQI}} = Q_m^{(x)} \cdot Q'$ và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{CQI}}$, trong đó $\beta_{\text{offset}}^{\text{CQI}}$ có thể được xác định theo phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE tùy thuộc vào số lượng các từ mã truyền dẫn dành cho PUSCH tương ứng, và trên tập điều khiển công suất đường lên dành cho PUSCH tương ứng khi hai tập điều khiển công suất đường lên được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn dành cho tế bào.

Nếu RI không được truyền thì $Q_{RI}^{(x)} = 0$. Phần chú giải còn lại tương tự với phần được mô tả cho tín hiệu HARQ-ACK và không được mô tả ở đây cho ngắn gọn. Biến “ x ” trong $K_r^{(x)}$ thể hiện chỉ số khối vận chuyển tương ứng với giá trị MCS cao nhất được chỉ báo bởi định dạng UL DCI khởi tạo.

Hoạt động dồn kênh điều khiển và dữ liệu được thực hiện sao cho thông tin HARQ-ACK có mặt trên cả hai khe và được ánh xạ tới các tài nguyên quanh DMRS. Các đầu vào của hoạt động dồn kênh điều khiển và dữ liệu là các bit được mã hóa của thông tin điều khiển được thể hiện bằng $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{N_L \cdot Q_{\text{CQI}}-1}$ và các bit được mã hóa của SCH đường lên được thể hiện bằng $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$. Các đầu ra của hoạt động dồn kênh điều khiển và dữ liệu được thể hiện bằng $\underline{g}_0, \underline{g}_1, \underline{g}_2, \underline{g}_3, \dots, \underline{g}_{H'-1}$, trong đó $H = (G + N_L \cdot Q_{\text{CQI}})$ và $H' = H / (N_L \cdot Q_m)$, và trong đó $\underline{g}_i$, $i = 0, \dots, H'-1$ là các vector cột có chiều dài $(Q_m \cdot N_L)$. H là tổng các bit được mã hóa được phân bổ dành cho dữ liệu và thông tin CQI/PMI trên N_L lớp truyền dẫn của khối vận chuyển dữ liệu. Hoạt động dồn kênh điều khiển và dữ liệu trong trường hợp nhiều hơn một khối vận chuyển dữ liệu được truyền trong PUSCH được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE và phần mô tả bổ sung trong phần mô tả sáng chế được bỏ qua cho ngắn gọn.

Để dồn kênh UCI trong PUSCH như được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ

thống LTE, thì ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đột lỗ các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu. Điều này có thể khó giải quyết trong trường hợp tải thông tin HARQ-ACK tương đối lớn. Do đó, khi gNB không phát hiện chính xác giá trị RI, thì gNB không biết chính xác tải CSI được liên kết mà được truyền từ UE. Khi UE so khớp tốc độ truyền dẫn của các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu dựa trên các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI, thì việc biết không chính xác ở gNB đang thu một số các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (do việc biết không chính xác tải thông tin CSI) có thể dẫn tới việc làm sai lạc bộ nhớ đệm mềm HARQ đối với các khối vận chuyển dữ liệu.

Truyền dẫn PUSCH có thể chỉ vận chuyển A-CSI, và cũng có thể bao gồm HARQ-ACK hoặc RI, mà không bao gồm dữ liệu bất kỳ. Khi UE phát hiện định dạng UL DCI với yêu cầu CSI kích hoạt báo cáo A-CSI trong truyền dẫn PUSCH, thì UE có thể xác định không bao gồm dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH khi UE báo cáo CSI dành cho một tế bào đang phục vụ và PUSCH được lập lịch trong 4 RB hoặc ít hơn và chỉ số MCS trong định dạng UL DCI là chỉ số MCS cuối. Điều kiện khác cũng có thể áp dụng tùy thuộc vào hoạt cảnh hoạt động tương ứng như được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE. Trường yêu cầu CSI trong định dạng UL DCI bao gồm một số lượng bit định trước, chẳng hạn 1 bit hoặc 2 bit. Ví dụ, việc ánh xạ 2 bit có thể được thể hiện trong Bảng 1.

Bảng 1. Ánh xạ trường yêu cầu CSI tới các báo cáo CSI mà UE cung cấp trong PUSCH

Giá trị của trường yêu cầu CSI	Mô tả
“00”	Không có báo cáo CSI không theo chu kỳ được kích hoạt
“01”	Báo cáo CSI không theo chu kỳ được kích hoạt dành cho tế bào đang phục vụ c
“10”	Báo cáo CSI không theo chu kỳ được kích hoạt dành cho tập thứ nhất của các tế bào đang phục vụ được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn
“11”	Báo cáo CSI không theo chu kỳ được kích hoạt dành cho tập thứ hai của các tế bào đang phục vụ được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn

Khi UE được dồn kênh chỉ UCI (mà không có dữ liệu) trong truyền dẫn PUSCH và UE cũng truyền các bit HARQ-ACK hoặc các bit RI, thì UE xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa Q dành cho các bit HARQ-ACK hoặc RI như trong phương trình 3

$$Q' = \min \left(\left\lceil \frac{O \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{O_{CQI-MIN}} \right\rceil, 4 \cdot M_{sc}^{PUSCH} \right) \quad (\text{Phương trình 3})$$

3)

trong đó O là số lượng các bit HARQ-ACK hoặc các bit RI/CRI và $O_{CQI-MIN}$ là số lượng các bit CQI bao gồm các bit CRC bậc giả định bằng 1 đối với các tế bào đang phục vụ mà A-CSI được kích hoạt. Đối với HARQ-ACK $Q_{ACK} = Q_m \cdot Q'$ và $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{HARQ-ACK} / \beta_{offset}^{CQI}$. Đối với RI/CRI, $Q_{RI} = Q_m \cdot Q'$, $Q_{CRI} = Q_m \cdot Q'$ và $\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{RI} / \beta_{offset}^{CQI}$. Đối với CSI, $Q_{CQI} = N_{symb}^{PUSCH} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m - Q_{RI}$. Một vấn đề với việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc RI/CRI trong phương trình 3 đó là số lượng các ký hiệu này không dựa trên CSI MCS thực tế nhưng thay vào đó dựa trên CSI MCS nhỏ nhất từ việc sử dụng tài CSI nhỏ nhất có thể ($O_{CQI-MIN}$ bit). Kết quả là, số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc RI trong phương trình 3 có thể được định cỡ quá mức, ví dụ lớn hơn 100%.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ truyền 900 làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của sơ đồ khối bộ truyền 900 được thể hiện trên Fig.9 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Trên Fig.9, các ký hiệu CSI được mã hóa 905, khi có, và các ký hiệu dữ liệu được mã hóa 910, khi có, được dồn kênh bằng bộ dồn kênh 920. Các ký hiệu HARQ-ACK được mã hóa, khi có, sau đó được chèn bởi bộ dồn kênh 930 bằng cách đột lỗ các ký hiệu dữ liệu và/hoặc các ký hiệu CSI. Hoạt động truyền dẫn các ký hiệu RI được mã hóa, nếu có, tương tự với hoạt động truyền dẫn các ký hiệu HARQ-ACK được mã hóa (không được thể hiện trên hình vẽ). Khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn, thì thuật toán biến đổi Fourier rời rạc (DFT) được áp dụng bởi bộ DFT 940 (thuật toán DFT không được áp dụng trong trường hợp dạng sóng OFDM), các RE 950 tương ứng với BW truyền dẫn PUSCH được chọn bởi bộ chọn 955, thuật toán IFFT được thực hiện bởi bộ IFFT 960, đầu ra được lọc bởi bộ lọc 970 và được khuếch đại công suất nhất định bởi bộ khuếch đại công suất (Power Amplifier, PA) 980 và sau đó tín hiệu được truyền 990. Do việc ánh xạ DFT, nên các RE có thể được xem như các RE ảo nhưng để đơn giản thì chúng được dùng để chỉ các RE. Nếu có dữ liệu bất kỳ, CSI,

HARQ-ACK, hoặc RI không được truyền, thì một khối trên Fig.9 tương ứng với chức năng xử lý bộ truyền tương ứng được bỏ qua. Để ngắn gọn, thì mạch bộ truyền bổ sung chẳng hạn như bộ biến đổi số - tương tự, bộ lọc, bộ khuếch đại, và các anten bộ truyền cũng như các bộ lập mã và điều biến dành cho các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu UCI được bỏ qua.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu 1000 làm ví dụ cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của sơ đồ khối bộ thu 1000 được thể hiện trên Fig.10 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Trên Fig.10, tín hiệu thu được 1010 được lọc bởi bộ lọc 1020, thuật toán FFT được áp dụng bởi bộ FFT 1030, bộ chọn 1040 chọn các RE 1050 được sử dụng bởi bộ truyền, bộ biến đổi DFT ngược (IDFT) 1060 áp dụng thuật toán IDFT khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn, bộ phân kênh 1070 tách các ký hiệu HARQ-ACK được mã hóa, nếu có, và bỏ phần bị đột lỗ trong các RE tương ứng đối với các ký hiệu dữ liệu và các ký hiệu CSI và cuối cùng bộ phân kênh 1080 khác tách riêng các ký hiệu dữ liệu được mã hóa 1090, nếu có, và các ký hiệu CSI được mã hóa 1095, nếu có. Hoạt động thu các ký hiệu RI được mã hóa, nếu có, tương tự với hoạt động thu các ký hiệu HARQ-ACK được mã hóa (không được thể hiện trên hình vẽ). Nếu có dữ liệu bất kỳ, CSI, HARQ-ACK, hoặc RI không được truyền, thì một khối trên Fig.10 tương ứng với chức năng xử lý bộ thu tương ứng được bỏ qua. Mạch bộ thu bổ sung chẳng hạn như ước lượng kênh, bộ giải điều biến và giải mã đối với các ký hiệu dữ liệu và UCI không được thể hiện để cho ngắn gọn.

Việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa đối với kiểu UCI trên mỗi lớp Q , như trong phương trình 1 hoặc phương trình 2, dựa trên việc truyền dẫn lại không thích nghi và sử dụng các thông số được liên kết với việc truyền dẫn PUSCH khởi tạo dành cho cùng khối vận chuyển dữ liệu. Việc xác định như vậy là nhược điểm khi UCI được dồn kênh trong hoạt động truyền dẫn lại thích nghi của khối vận chuyển dữ liệu mà để đáp lại định dạng UL DCI hoặc trong hoạt động truyền dẫn lại thích nghi của một số các khối mã (CB) của khối vận chuyển dữ liệu, ví dụ khi UE cung cấp phản hồi HARQ-ACK trên một số khối mã (CB) trong khối vận chuyển dữ liệu thay vì toàn bộ khối vận chuyển dữ liệu.

Việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa đối với kiểu UCI trên

mỗi lớp $\mathcal{Q}$, như trong phương trình 1 hoặc phương trình 2, cũng dựa trên một $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ tương ứng mà gNB tạo cấu hình cho UE bởi báo hiệu lớp cao hơn. Đây là hạn chế khi không cho phép gNB đặt tới các BLER khác nhau để truyền dẫn dữ liệu tương ứng với các dịch vụ khác nhau. Ngoài ra, quá hạn chế và thường không thể đối với bộ lập lịch gNB để duy trì cùng công suất truyền dẫn PUSCH để truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu khởi tạo và để truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu. Khi công suất truyền dẫn PUSCH không giống công suất để truyền dẫn khởi tạo và để truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu, thì việc xác định các lý hiệu UCI được mã hóa trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu, như trong phương trình 1 hoặc phương trình 2, có thể không chính xác cao khi công suất truyền dẫn tương ứng khác so với công suất để truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu và hoặc là dẫn tới mào đầu UCI không cần thiết hoặc UCI BLER xấu hơn.

Trong hoạt động hệ thống như được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE, và đối với khe mà bao gồm mười bốn ký hiệu, thì DMRS được liên kết với hoạt động truyền dẫn kênh dữ liệu UL được đặt trong các ký hiệu khe thứ tư và thứ mười một bắt đầu, thông tin HARQ-ACK được phân bố đều nhau trong các khe ký hiệu thứ ba, thứ năm, thứ mười, và thứ mười hai bắt đầu từ SC có chỉ số thấp nhất, thông tin RI/CRI được phân bố đều nhau trong các khe ký hiệu thứ hai, thứ sáu, thứ chín, và thứ mười ba bắt đầu từ SC có chỉ số thấp nhất trong khi CSI được phân bố trên tất cả các ký hiệu trong khe bắt đầu từ SC có chỉ số cao nhất. Một lý do để đặt thông tin HARQ-ACK bên cạnh các ký hiệu khe được sử dụng để truyền dẫn DMRS là để cung cấp sức chịu đựng chống lại hiệu ứng dịch Doppler với độ tin cậy thu của thông tin HARQ-ACK mà được ưu tiên quan trọng hơn các kiểu UCI khác.

Để cải thiện độ trễ giải mã, kết cấu khe khác nhau cũng có thể được xem xét mà trong đó hoạt động truyền dẫn DMRS xảy ra ở ký hiệu UL thứ nhất của một khe để cho phép bộ thu thu được ước lượng kênh ngay khi có thể và sau đó tiến hành giải mã các khối mã mà được tính toán là được ánh xạ trước hết trong miền tần số. Các ký hiệu khe bổ sung có thể được sử dụng để truyền dẫn DMRS, khi cần, ví dụ để cải thiện sức chịu đựng chống lại hiệu ứng dịch Doppler hoặc để cải thiện độ chính xác của ước lượng kênh. Kết cấu khe cũng có thể có số lượng ký hiệu khả dụng thay đổi để truyền dẫn thông tin dữ liệu, UCI, hoặc DMRS. Ví dụ, khe lai có thể bao gồm bảy ký hiệu trong đó ký hiệu thứ nhất có thể được sử dụng để truyền dẫn thông tin điều khiển DL, ký hiệu thứ

hai có thể là ký hiệu trống, các ký hiệu thứ tư tiếp theo có thể được sử dụng để truyền dẫn DMRS, dữ liệu, hoặc UCI từ các UE và ký hiệu thứ bảy có thể được sử dụng để truyền dẫn các thông tin khác chẳng hạn như SRS hoặc UCI khác. Việc ánh xạ các kiểu UCI lên các ký hiệu khe được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE không thể áp dụng khi ký hiệu khe thứ nhất được sử dụng để truyền dẫn DMRS, hoặc khi số lượng các ký hiệu khe thay đổi được sử dụng để truyền dẫn DMRS, hoặc khi một khe có thể bao gồm số lượng các ký hiệu khả dụng thay đổi để truyền dẫn DMRS, dữ liệu, và UCI.

Do đó, có nhu cầu để cải thiện việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu hoặc truyền dẫn lại thích nghi của khối vận chuyển dữ liệu.

Theo một số phương án của sáng chế, có nhu cầu khác để cải thiện việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại thích nghi của các khối mã hóa dữ liệu mà trong đó truyền dẫn lại thích nghi bao gồm các khối mã hóa dữ liệu khác so với truyền dẫn khởi tạo của các khối mã hóa dữ liệu.

Theo một số phương án của sáng chế, có nhu cầu khác để cải thiện việc xác định số lượng các ký hiệu được mã hóa trên mỗi lớp dành cho truyền dẫn của kiểu UCI trong PUSCH khi PUSCH chỉ vận chuyển UCI.

Theo một số phương án của sáng chế, có nhu cầu để xác định việc dồn kênh của các ký hiệu được mã hóa cho các kiểu UCI khác nhau trong PUSCH mà làm giảm đến mức tối thiểu tác động lên độ tin cậy thu dữ liệu và cải thiện độ tin cậy thu UCI.

Trong phần sau đây, để ngắn gọn, thì thông tin dữ liệu được giả định được truyền sử dụng một khối vận chuyển dữ liệu mà có thể bao gồm một hoặc nhiều khối mã hóa dữ liệu. Phần mô tả liên quan của các phương án có thể được mở rộng trực tiếp trong trường hợp có nhiều hơn một khối vận chuyển dữ liệu được hỗ trợ. Ngoài ra, định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH được dùng để chỉ định dạng UL DCI trong khi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PDSCH được dùng để chỉ định dạng DL DCI.

Theo một số phương án, việc khử ghép BLER của thông tin dữ liệu từ BLER của UCI được dồn kênh với thông tin dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH.

Theo một ví dụ, UE được tạo cấu hình với các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau để sử dụng trong việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh kiểu

UCI trong PUSCH khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu và khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu. Ví dụ, UE có thể được tạo cấu hình có giá trị $\beta_{\text{offset},0}^{\text{PUSCH}}$ thứ nhất để dồn kênh kiểu UCI tương ứng trong PUSCH khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu và được tạo cấu hình có giá trị $\beta_{\text{offset},1}^{\text{PUSCH}}$ thứ hai để dồn kênh kiểu UCI tương ứng trong PUSCH khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu. Giá trị $\beta_{\text{offset},1}^{\text{PUSCH}}$ thứ hai có thể giống nhau đối với tất cả các truyền dẫn lại HARQ ngay cả khi độ dư thừa gia tăng với phiên bản độ dư thừa khác nhau được sử dụng cho mỗi truyền dẫn lại HARQ. Ngoài ra, giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ dành cho mỗi kiểu UCI liên quan có thể được tạo cấu hình riêng biệt dành cho mỗi truyền dẫn lại HARQ trong số số lượng truyền dẫn lại HARQ tối đa dành cho khối vận chuyển dữ liệu.

Cấu hình có các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa dành cho kiểu UCI tương ứng khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu và khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu có lợi để cho phép bộ lập lịch đạt tới các BLER khác nhau để truyền dẫn khối vận chuyển khởi tạo và để truyền dẫn lại trong khi thu được BLER kiểu UCI mà độc lập với việc dồn kênh có xảy ra trong PUSCH mà vận chuyển truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu khởi tạo hoặc truyền dẫn lại khối vận chuyển dữ liệu hay không.

Vì vậy, đối với tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp (Signal to Interference Ratio, SINR) xác định, BLER dành cho kiểu UCI để truyền dẫn trong PUSCH được liên kết với BLER của khối vận chuyển dữ liệu, ví dụ như trong phương trình 1 hoặc phương trình 2, và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ là thông số mà điều chỉnh liên kết này để thiết lập BLER độc lập dành cho kiểu UCI và cho khối vận chuyển dữ liệu, cấu hình riêng biệt của các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khi truyền dẫn kiểu UCI trong PUSCH mà vận chuyển truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu và khi truyền dẫn kiểu UCI trong PUSCH mà vận chuyển truyền dẫn lại HARQ để khối vận chuyển dữ liệu cho phép bộ lập lịch đạt tới các BLER khác nhau để truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu khởi tạo và để truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu.

Ví dụ, khi BLER mục tiêu để truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu có thể lớn hơn so với BLER để truyền dẫn khởi tạo khối vận chuyển dữ liệu, giả định

rằng bộ thu có thể kết hợp các ký hiệu dữ liệu trong truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu với các ký hiệu dữ liệu trong truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu để thu được BLER thấp hơn so với BLER của truyền dẫn lại HARQ bởi chính bộ thu, thì UE có thể được tạo cấu hình giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ lớn hơn để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa cho kiểu UCI khi dồn kênh trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại HARQ của khối vận chuyển dữ liệu so với khi dồn kênh trong PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu. Để linh hoạt tối đa trong việc chọn các BLER mục tiêu dành cho các khối vận chuyển dữ liệu để truyền dẫn khởi tạo và dành cho mỗi truyền dẫn lại HARQ trong số số lượng truyền dẫn lại HARQ tối đa, thì cấu hình có giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ dành cho mỗi kiểu UCI có thể tách riêng cho mỗi lần truyền dẫn tương ứng. Ngoài ra, khi muốn giảm mào đầu báo hiệu lớp cao hơn, thì cấu hình giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ duy nhất có thể áp dụng cho tất cả các lần truyền dẫn lại HARQ khi độ chênh lệch BLER mục tiêu lớn nhất thường ở giữa lần truyền dẫn khởi tạo và lần truyền dẫn lại HARQ thứ nhất của khối vận chuyển dữ liệu và các lần truyền dẫn lại HARQ thường có BLER mục tiêu giống nhau đối với khối vận chuyển dữ liệu.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện một quy trình 1100 làm ví dụ dành cho UE để xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ áp dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trong PUSCH phụ thuộc vào việc có hay không PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo hoặc truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Phương án của quy trình 1100 được thể hiện trên Fig.11 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE được tạo cấu hình bởi gNB có tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ dành cho kiểu UCI cho UE áp dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa dành cho kiểu UCI trong truyền dẫn PUSCH 1110. Mỗi giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ trong tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ được liên kết với truyền dẫn khởi tạo hoặc truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu và giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ giống nhau hoặc giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau có thể áp dụng cho các truyền dẫn lại khác nhau. UE phát hiện định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH dành cho khối vận chuyển dữ liệu được liên kết với tiến trình HARQ 1120. UE xác định phiên bản dư thừa được liên kết với truyền dẫn của khối vận chuyển dữ liệu, trong trường hợp độ dư thừa tăng được sử dụng để truyền dẫn lại HARQ, hoặc việc UE có cần phải truyền lại

khối vận chuyển dữ liệu dành cho tiến trình HARQ hay không trong trường hợp kết hợp rượt đuổi được sử dụng để truyền dẫn lại HARQ 1130. Dựa trên việc xác định này, UE sau đó xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ thứ nhất 1140, khi truyền dẫn PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu, hoặc xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ thứ hai 1150, khi truyền dẫn PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu, sử dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa đối với kiểu UCI trong truyền dẫn PUSCH.

Trong nhiều phương án triển khai cụ thể, có lợi cho bộ lập lịch để đạt tới các giá trị BLER khác nhau để truyền dẫn khởi tạo khối vận chuyển dữ liệu, hoặc để truyền dẫn lại khối vận chuyển dữ liệu, tùy thuộc vào kiểu dịch vụ hoặc tùy thuộc vào lưu lượng mạng hoặc điều kiện nhiễu, và v.v.. Ví dụ, bộ lập lịch có thể đạt tới BLER thấp hơn để truyền dẫn từ UE các khối vận chuyển dữ liệu được liên kết với các kiểu dịch vụ yêu cầu độ trễ thấp hơn, hoặc khi nhiễu được liên kết với các UE khác là nhỏ, hoặc khi UE không bị hạn chế công suất, và v.v..

Vì các quyết định lập lịch như vậy có thể là quyết định động, nên cấu hình có giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ cho UE bởi báo hiệu lớp cao hơn để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh kiểu UCI trong PUSCH có thể gần tối ưu để thu được BLER mục tiêu đối với kiểu UCI hoặc để cải thiện việc lập lịch của khối vận chuyển dữ liệu. Ngoài ra, số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa thu được theo phương trình 1 hoặc phương trình 2 được chia tỷ lệ tuyến tính bởi tải kiểu UCI trong khi BLER dành cho kiểu UCI là hàm không tuyến tính của tải kiểu UCI do độ lợi mã hóa được liên kết với sơ đồ mã hóa chẳng hạn như mã khối, mã xoắn căn đuôi, hoặc mã cực so với mã lặp. Việc xác định động giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ có thể tính cho độ lợi mã hóa tùy theo tải kiểu UCI. Do đó, trong phương trình 1 hoặc phương trình 2, số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa đối với kiểu UCI được tính dựa trên việc truyền dẫn khởi tạo dành cho khối vận chuyển dữ liệu và điều này có thể là vấn đề khi không tính được công suất truyền dẫn khác nhau khi kiểu UCI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu.

Sự hạn chế ở trên liên quan tới cấu hình bởi báo hiệu lớp cao hơn của một giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ duy nhất để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa dành cho kiểu UCI trong PUSCH có thể được sửa chữa bằng cách tạo cấu hình cho UE, thông qua báo

hiệu lớp cao hơn, tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ dành cho kiểu UCI tương ứng và báo hiệu động giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ trong định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH. Ví dụ, gNB có thể tạo cấu hình UE bởi báo hiệu lớp cao hơn tập bốn giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ và định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE có thể bao gồm trường hai bit để chỉ báo giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ từ tập bốn giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$.

Các cấu hình riêng biệt có thể áp dụng khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu và khi PUSCH vận chuyển truyền dẫn lại của khối vận chuyển dữ liệu. Khi nhiều kiểu UCI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH, thì trường bộ chỉ báo độ lệch UCI giống nhau có thể áp dụng để đánh chỉ số giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ từ tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ dành cho mỗi kiểu UCI. Ví dụ, đối với trường bộ chỉ báo độ lệch UCI có 2 bit, thì các giá trị có thể có là “00”, “01”, “10”, và “11”. Giá trị “10” có thể được sử dụng để chỉ báo độ lệch thứ ba từ tập tương ứng của các giá trị độ lệch dành cho mỗi kiểu UCI, chẳng hạn như HARQ-ACK hoặc CSI, mà được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH tương ứng.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện quy trình 1200 làm ví dụ dành cho UE để xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ áp dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trong truyền dẫn PUSCH dựa trên báo hiệu trong định dạng UL DCI được liên kết theo các phương án của sáng chế. Phương án của quy trình 1200 được thể hiện trên Fig.12 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE thu cấu hình dành cho tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ được liên kết với kiểu UCI để truyền dẫn trong PUSCH 1210. Sau đó, UE phát hiện định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH mà trong đó UE dồn kênh kiểu UCI 1220. Định dạng UL DCI bao gồm trường chỉ báo giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ từ tập các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ 1230. Dựa trên giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ được chỉ báo, thì UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH 1240. Ví dụ, việc xác định này có thể theo phương trình 1 hoặc phương trình 2.

Khi truyền dẫn PUSCH được lập lịch bán ổn định (SPS) bởi báo hiệu lớp cao hơn, thì gNB có thể tạo cấu hình UE với giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau đối với kiểu UCI dành

cho ít nhất hai kiểu dịch vụ khác nhau sử dụng truyền dẫn SPS PUSCH.

Khi các định dạng DCI khác nhau được sử dụng để lập lịch truyền dẫn PUSCH với các BLER mục tiêu khác nhau và UE được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn có các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau, thì UE có thể xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ sử dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI dựa trên định dạng DCI được liên kết. Khi định dạng DCI giống nhau được sử dụng để lập lịch truyền dẫn PUSCH với các BLER mục tiêu khác nhau và UE được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn có các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ khác nhau, thì UE có thể xác định giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ sử dụng để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI hoặc rõ ràng dựa trên trường chỉ số tương ứng trong định dạng DCI hoặc ngầm dựa trên sự chỉ báo dành cho cấu hình của các thông số dành cho UE sử dụng trong việc xác định công suất truyền dẫn PUSCH.

Khi truyền dẫn PUSCH được khởi tạo bởi UE mà không có truyền dẫn định dạng UL DCI được liên kết từ gNB, thì việc dồn kênh UCI trong PUSCH có thể bị loại bỏ khi độ tin cậy của truyền dẫn PUSCH như vậy có thể không thể dự báo được và việc thu thành công (các) khối vận chuyển dữ liệu được liên kết thường có thể dựa vào việc lặp lại hoặc truyền dẫn lại HARQ mà thường không có lợi cho truyền dẫn UCI. Hoạt động này của UE có thể bởi cấu hình mạng trong đó UE có thể được tạo cấu hình có dồn kênh UCI trong PUSCH hoặc có bỏ truyền dẫn PUSCH và truyền UCI trong PUCCH hay không. Ngoài ra, định dạng DL DCI có thể bao gồm trường chỉ báo tài nguyên, từ tập các tài nguyên được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn cho UE, để truyền dẫn HARQ-ACK được liên kết và một hoặc nhiều tài nguyên cũng có thể hỗ trợ truyền dẫn PUSCH với sự phân bổ MCS và RB định trước.

Ví dụ, một hoặc nhiều tài nguyên từ các tài nguyên được tạo cấu hình có thể được liên kết với tập tài nguyên PUCCH và một hoặc nhiều tài nguyên PUSCH. Khi UE không có dữ liệu để truyền, thì UE có thể truyền HARQ-ACK bằng cách truyền PUCCH trên tài nguyên PUCCH. Khi UE có dữ liệu để truyền, thì UE có thể truyền cả HARQ-ACK và dữ liệu bằng cách truyền PUSCH trên một trong số các tài nguyên PUSCH. Mỗi tài nguyên PUSCH cũng có thể được tạo cấu hình với MCS để truyền dữ liệu và phân bổ RB và UE có thể chọn tài nguyên PUSCH theo kích thước của khối vận chuyển dữ liệu.

Theo một số phương án của sáng chế, việc xác định số lượng các ký hiệu điều

biến được mã hóa (trên mỗi lớp) dành cho UCI và việc dồn kênh các kiểu UCI trong PUSCH được xem xét.

Truyền dẫn PUSCH từ UE trong khe bao gồm, ví dụ, một ký hiệu để truyền dẫn DMRS mà là ký hiệu UL thứ nhất trong khe mà có thể được sử dụng bởi UE để truyền PUSCH. Không cần thiết phải là ký hiệu thứ nhất của khe này vì, ví dụ, có thể truyền dẫn DL ở đầu khe chẳng hạn như trường hợp khe lai. Trong phần mô tả tiếp theo, trừ khi được đề cập một cách rõ ràng, nếu không thuật ngữ “ký hiệu thứ nhất của một khe” dùng để chỉ ký hiệu thứ nhất khả dụng để truyền dẫn PUSCH trong khe. Các ký hiệu DMRS bổ sung có thể được tạo cấu hình cho UE để truyền dẫn PUSCH trong khe bởi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH hoặc bởi báo hiệu lớp cao hơn.

Không giống như việc dồn kênh UCI như được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật hệ thống LTE mà trong đó HARQ-ACK và RI/CRI được đặt trong các ký hiệu khe khác nhau và CSI được ánh xạ theo cách thời gian trước, khác so với HARQ-ACK hoặc RI/CRI, sáng chế xem xét các trường hợp (a) ánh xạ các kiểu UCI khác nhau có thể là liên tiếp, trước hết theo tần số và sau đó là theo thời gian, (b) các kiểu UCI khác nhau có thể được ánh xạ trên cùng ký hiệu khe, (c) ánh xạ theo kiểu UCI bắt đầu với các ký hiệu HARQ-ACK (nếu có), tiếp tục với các ký hiệu RI/CRI (nếu có – cũng có thể được mã hóa chung với CSI), tiếp tục với các ký hiệu dữ liệu (nếu có) hoặc các ký hiệu CSI của kiểu thứ nhất (nếu có), và kết thúc với các ký hiệu CSI của kiểu thứ hai (nếu có) hoặc các ký hiệu dữ liệu (nếu có). Việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI hoặc các ký hiệu khe trừ ký hiệu điều biến mã hóa dữ liệu, hoặc các SC trong các ký hiệu khe, được sử dụng để truyền dẫn DMRS hoặc để truyền dẫn báo hiệu khác chẳng hạn như tín hiệu SRS. Các ký hiệu khe hoặc các SC còn lại được dùng để chỉ các ký hiệu khe khả dụng hoặc các sóng mang con khả dụng. Như được mô tả sau đó, một phần của CSI và RI/CRI (CSI phần 1) cũng có thể được mã hóa chung trong cùng từ mã và CSI còn lại (CSI phần 2) có thể được mã hóa trong từ mã thứ hai.

Việc dồn kênh UCI theo sáng chế coi rằng không có tính không rõ ràng, với xác suất cụ thể, giữa UE truyền và gNB thu về việc có hay không truyền dẫn PUSCH bao gồm việc dồn kênh UCI. Ngoài ra, với sự ngoại lệ để dồn kênh CSI như được đề cập sau đó, thì cũng không có tính không rõ ràng trong số lượng các tài nguyên được sử dụng để dồn kênh mỗi kiểu UCI trong truyền dẫn PUSCH. Ngoài ra, đối với kiểu UCI, chẳng hạn như ví dụ HARQ-ACK hoặc CSI, thì gNB có thể tạo cấu hình UE xem có dồn kênh kiểu

UCI trong truyền dẫn PUSCH hoặc có truyền riêng biệt kiểu UCI trong PUCCH hay không.

Khi UE được tạo cấu hình, bởi định dạng UL DCI hoặc bởi báo hiệu lớp cao hơn, để dồn kênh HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH, thì có thể có một vài cơ chế dành cho UE để xác định tải HARQ-ACK để dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH. Ví dụ, định dạng UL DCI có thể bao gồm (a) các trường DAI với chức năng như được mô tả trong phần chỉ dẫn kỹ thuật LTE dành cho hệ thống TDD, bao gồm chức năng cộng gộp sóng mang, hoặc (b) sự chỉ báo dành cho UE để dồn kênh thông tin HARQ-ACK trong PUSCH mà trong đó tải HARQ-ACK được định trước theo kích thước bảng mã, hoặc (c) sự chỉ báo trực tiếp của các tiến trình HARQ được báo nhận bởi UE. HARQ-ACK có thể trên mỗi khối vận chuyển, trên mỗi nhóm của các khối mã hóa, hoặc trên mỗi khối mã hóa. Tải RI/CRI được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn và không có tính không rõ ràng giữa gNB và UE đối với tải RI/CRI.

Khi UE xác định tổng tải CSI theo giá trị RI mà UE truyền tới gNB riêng biệt trước hoặc đồng thời chung với việc truyền dẫn CSI, thì có thể có tính không rõ ràng giữa gNB và UE khi gNB không phát hiện chính xác giá trị RI. Ví dụ, tải CSI (hoặc CSI phần 2) thường lớn hơn khi bậc được liên kết lớn hơn. gNB có thể cố gắng phát hiện từ mã CSI (hoặc CSI phần 2) theo nhiều hơn một giả thiết đối với tải được liên kết. Ví dụ, khi gNB không phát hiện từ mã CSI (hoặc CSI phần 2) theo tải được xác định từ giá trị được phát hiện cuối đối với RI (hoặc CSI phần 1 khi nó bao gồm RI), thì gNB có thể giải mã lại từ mã CSI (hoặc CSI phần 2) giả định giá trị RI khác nhau tương ứng với tải CSI (hoặc CSI phần 2) khác nhau. Tuy nhiên, khi RI hoặc CSI tương ứng với nhiều tế bào, thì số lượng giả thiết tăng lên do các dạng kết hợp tăng lên đối với tải CSI (hoặc CSI phần 2) có thể có. Nhìn chung sẽ có lợi để làm giảm đến mức tối thiểu tác động lên việc phát hiện dữ liệu khi gNB phát hiện không chính xác giá trị RI và sau đó là việc xác định không chính xác tải CSI (hoặc CSI phần 2) được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH. Điều này có thể đạt được, như được mô tả sau đây, bằng cách tạo vị trí bắt đầu của mỗi khối mã hóa dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH độc lập của tải CSI (hoặc CSI phần 2) thực tế.

Việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI lên các sóng mang con (SC) có thể được xác định để đạt được ít nhất bậc phân tập tần số định trước, chẳng hạn như bậc 2 hoặc 4. Giả định rằng truyền dẫn PUSCH qua BW có M_{sc}^{PUSCH} sóng mang con, số

lượng M_{sc}^{HARQ} sóng mang con để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK, và số lượng $M_{sc}^{RI/CRI}$ sóng mang con để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI, và số lượng M_{sc}^{CSI} sóng mang con để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI, thì phần sau đây có thể áp dụng.

Theo một ví dụ, các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trước hết được ánh xạ lên các SC của truyền dẫn PUSCH. Khi $M_{sc}^{HARQ} \leq M_{sc}^{PUSCH}$ trong ký hiệu khe thứ nhất (và không được sử dụng để truyền dẫn DMRS), thì truyền dẫn HARQ-ACK trong bốn nhóm sóng mang con liên tiếp để thu được bậc phân tập tần số là bậc bốn. Các nhóm thứ nhất và thứ hai bao gồm $\lceil M_{sc}^{HARQ}/4 \rceil$ sóng mang con khả dụng liên tiếp và các nhóm thứ ba và thứ tư bao gồm $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/4 \rfloor$ sóng mang con khả dụng liên tiếp (hoặc ngược lại), trong đó $\lceil \cdot \rceil$ là hàm sàn mà làm tròn số thành số nguyên lớn hơn ở trước. SC thứ nhất dành cho các nhóm thứ nhất, thứ hai, thứ ba, và thứ tư của các SC được xác định là 0, $M_{sc}^{PUSCH}/4$, $M_{sc}^{PUSCH}/2$, và $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH}/4$ (giả định rằng M_{sc}^{PUSCH} là bội của 4). Độ lệch cũng có thể được thêm vào các sóng mang con thứ nhất ở trên để dịch chuyển vị trí của các sóng mang con này. Khi $M_{sc}^{HARQ} > M_{sc}^{PUSCH}$, truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK ở trong toàn bộ các sóng mang con khả dụng của $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor$ ký hiệu khe liên tiếp thứ nhất mà không được sử dụng để truyền dẫn DMRS và $M_{sc,rem}^{HARQ} = M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ}/M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH}$ ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK còn lại được truyền trong ký hiệu khe tiếp theo theo cùng cách thức như được mô tả cho trường hợp $M_{sc}^{HARQ} \leq M_{sc}^{PUSCH}$ bằng cách thay thế M_{sc}^{HARQ} bằng $M_{sc,rem}^{HARQ}$. Những điều trên có thể được khái quát cho bất kỳ số lượng nhóm nào, ngoài bốn nhóm, chẳng hạn như hai nhóm hoặc tám nhóm đối với bậc phân tập tần số tương ứng có bậc là hai hoặc tám.

Để truyền dẫn RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trong khe, khi không có truyền dẫn HARQ-ACK trong khe này, thì việc dồn kênh các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI lên các sóng mang con giống như việc truyền dẫn HARQ-ACK. Khi có hoạt động truyền dẫn HARQ-ACK trong khe này, thì có hai tùy chọn được xem xét. Theo tùy chọn thứ nhất, việc truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) bắt đầu từ ký hiệu khe mà không được sử dụng để truyền dẫn DMRS và sau đó

là ký hiệu khe cuối được sử dụng để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK, nếu có. Việc dồn kênh các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CSI (hoặc CSI phần 1) lên các sóng mang con giống như việc truyền dẫn HARQ-ACK.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện hoạt động ánh xạ 1300 làm ví dụ lên các sóng mang con trong PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển HARQ-ACK, RI/CRI (hoặc CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Phương án ánh xạ 1300 được thể hiện trên Fig.13 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 1310 trong ký hiệu khe thứ nhất trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE cũng có thể truyền DMRS trong một hoặc nhiều các ký hiệu khe khác. UE yêu cầu $M_{sc}^{HARQ} = 32$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1). Vì $M_{sc}^{HARQ} > M_{sc}^{PUSCH}$, nên UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên tất cả M_{sc}^{PUSCH} SC trong $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor = 1$ ký hiệu khe mà là ký hiệu khe thứ hai 1320. UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $M_{sc,rem}^{HARQ} = M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} = 8$ SC trong ký hiệu khe thứ ba.

$M_{sc,rem}^{HARQ}$ SC được chia thành bốn nhóm $\lfloor M_{sc,rem}^{HARQ} / 4 \rfloor = \lceil M_{sc,rem}^{HARQ} / 4 \rceil = 2$ SC liên tiếp mà trong đó nhóm thứ nhất bắt đầu từ SC 0 1330, nhóm thứ hai bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 6$ (không được thể hiện trên hình vẽ), nhóm thứ ba bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 = 12$ (không được thể hiện trên hình vẽ), và nhóm thứ tư bắt đầu từ SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 18$ 1332. UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trong ký hiệu khe thứ tư trên $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC 1340 mà được chia thành bốn nhóm $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rfloor = \lceil M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rceil = 2$ SC liên tiếp mà trong đó nhóm thứ nhất bắt đầu từ SC 0 1340, nhóm thứ hai bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 6$ (không được thể hiện trên hình vẽ), nhóm thứ ba bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 = 12$ (không được thể hiện trên hình vẽ), và nhóm thứ tư bắt đầu từ SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 18$ 1342. UE truyền dữ liệu 1350 trong các ký hiệu khe còn lại.

Theo một ví dụ khác, việc truyền dẫn RI/CRI (hoặc CSI phần 1) bắt đầu từ ký

hiệu khe cuối được sử dụng để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK khi có các SC khả dụng trong ký hiệu khe đó. Khi các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) có thể được truyền trong ký hiệu khe cuối được sử dụng để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK, nếu có, tức là khi $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} \leq M_{sc}^{PUSCH}$, thì lại có bốn nhóm SC liên tiếp để truyền dẫn RI/CRI, trong đó SC thứ nhất dành cho mỗi nhóm sóng mang con RI/CRI ở sau sóng mang con cuối dành cho nhóm HARQ-ACK SC với chỉ số giống nhau. Khi $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} > M_{sc}^{PUSCH}$ thì số lượng $M_{sc,0}^{RI/CRI} = M_{sc}^{PUSCH} - M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH}$ sóng mang con còn lại trong ký hiệu khe cuối để truyền dẫn HARQ-ACK được sử dụng để truyền dẫn RI/CRI (hoặc CSI phần 1) và các SC còn lại được xác định dành cho tùy chọn thứ nhất bằng cách sử dụng $M_{sc}^{RI/CRI} - M_{sc,0}^{RI/CRI}$, thay vì $M_{sc}^{RI/CRI}$, đối với số lượng các SC cần để dồn kênh các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện hoạt động ánh xạ 1400 làm ví dụ lên các sóng mang con trong PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển HARQ-ACK, RI/CRI (hoặc CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Phương án ánh xạ 1400 được thể hiện trên Fig.14 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 1410 trong ký hiệu khe thứ nhất trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE cũng có thể truyền DMRS trong một hoặc nhiều các ký hiệu khe khác. UE yêu cầu $M_{sc}^{HARQ} = 16$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1). Vì $M_{sc}^{HARQ} - \lfloor M_{sc}^{HARQ} / M_{sc}^{PUSCH} \rfloor \cdot M_{sc}^{PUSCH} + M_{sc}^{RI/CRI} = 16 + 0 \cdot 24 + 8 = M_{sc}^{PUSCH}$, nên UE truyền tất cả các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trong ký hiệu khe thứ hai.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $M_{sc}^{HARQ} = 16$ SC 1420 mà được chia thành bốn nhóm $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = \lceil M_{sc}^{HARQ} / 4 \rceil = 4$ SC liên tiếp trong đó nhóm thứ nhất bắt đầu từ SC 0 1422, nhóm thứ hai bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 6$ (không được thể hiện trên hình vẽ), nhóm thứ ba bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 = 12$ (không được thể

hiện trên hình vẽ), và nhóm thứ tư bắt đầu từ SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 = 18$ 1424. UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trên $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC 1430 mà được chia thành bốn nhóm $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rfloor = \lceil M_{sc}^{RI/CRI} / 4 \rceil = 2$ SC liên tiếp trong đó nhóm thứ nhất bắt đầu từ SC $\lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 4$ 1432, nhóm thứ hai bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 4 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 10$ (không được thể hiện trên hình vẽ), nhóm thứ ba bắt đầu từ SC $M_{sc}^{PUSCH} / 2 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 16$ (không được thể hiện trên hình vẽ), và nhóm thứ tư bắt đầu từ SC $3 \cdot M_{sc}^{PUSCH} / 4 + \lfloor M_{sc}^{HARQ} / 4 \rfloor = 22$ 1434. UE truyền dữ liệu 1440 trong các ký hiệu khe còn lại.

Theo một ví dụ khác nữa, UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trong PUSCH trên tất cả các ký hiệu khe khả dụng mà trong số lượng thứ nhất của các ký hiệu khe khả dụng, N_{symb}^1 , truyền dẫn ở (hoặc gần) một đầu của BW truyền dẫn PUSCH và trong số lượng thứ hai của các ký hiệu khe khả dụng, N_{symb}^2 , truyền dẫn ở (hoặc gần) đầu còn lại của BW truyền dẫn PUSCH. Đối với tổng số N_{symb}^{PUSCH} ký hiệu khả dụng, thì số lượng thứ nhất có thể là $\lceil N_{symb}^{PUSCH} / 2 \rceil$ ký hiệu khe khả dụng đầu và số lượng thứ hai có thể là $\lfloor N_{symb}^{PUSCH} / 2 \rfloor$ ký hiệu khe khả dụng cuối (hoặc ngược lại). Thay vì sử dụng tổng số các ký hiệu khả dụng để truyền dẫn, thì số lượng N_{slot} ký hiệu khe có thể được sử dụng và số lượng thứ nhất của các ký hiệu khe có thể là số lượng của các ký hiệu khả dụng trong $\lceil N_{slot} / 2 \rceil$ ký hiệu khe đầu và số lượng thứ hai của các ký hiệu khe có thể là số lượng của các ký hiệu khả dụng trong $\lfloor N_{slot} / 2 \rfloor$ ký hiệu khe cuối. Ví dụ, khi $N_{slot} = 14$ và khi có 5 ký hiệu khe khả dụng để truyền dẫn trong $\lceil N_{slot} / 2 \rceil = 7$ ký hiệu khe thứ nhất, thì $N_{symb}^1 = 5$ trong khi đó có 7 ký hiệu khe khả dụng để truyền dẫn trong $\lfloor N_{slot} / 2 \rfloor = 7$ ký hiệu khe thứ hai, thì $N_{symb}^2 = 7$.

Khi các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK yêu cầu M_{sc}^{HARQ} SC để truyền dẫn, thì $\lceil M_{sc}^{HARQ} / 2 \rceil$ SC thứ nhất được đặt vào trong N_{symb}^1 ký hiệu khe thứ nhất, bắt đầu từ chỉ số SC thấp nhất và ký hiệu khả dụng thứ nhất từ N_{symb}^1 ký hiệu khe, tiếp tục theo tuần tự trên các ký hiệu khả dụng từ N_{symb}^1 ký hiệu khe, và sau đó tiếp tục từ chỉ

số SC cao hơn tiếp theo, theo ánh xạ thời gian trước, tần số sau. Ký hiệu điều biến mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^1 - 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^1) - 1$ từ N_{symb}^1 ký hiệu khe. $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil$ SC thứ hai được đặt vào trong N_{symb}^2 ký hiệu khe thứ hai, bắt đầu từ chỉ số SC cao nhất và ký hiệu khả dụng thứ nhất từ N_{symb}^2 ký hiệu khe, tiếp tục theo tuần tự trên các ký hiệu khả dụng từ N_{symb}^2 ký hiệu khe, và sau đó tiếp tục từ chỉ số SC thấp hơn tiếp theo, theo ánh xạ thời gian trước, tần số sau. Ký hiệu điều biến mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^2 - 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^2) - 1$ từ N_{symb}^2 ký hiệu khe. Thứ tự ánh xạ tới hai đầu của BW truyền dẫn PUSCH có thể được đảo ngược.

Các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) có thể được ánh xạ lên $M_{sc}^{RI/CRI}$ SC tương ứng để truyền dẫn theo cách thức giống như truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK. Khi UE không truyền HARQ-ACK, thì việc ánh xạ dành cho các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI giống như việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK. Khi UE truyền HARQ-ACK, theo tùy chọn thứ nhất, SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rceil$ SC là SC với chỉ số $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^1 - 1$ trong ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^1)$ từ N_{symb}^1 các ký hiệu khe khi $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^1) > 0$ hoặc là SC với chỉ số $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^1$ trong ký hiệu 0 từ N_{symb}^1 ký hiệu khe. SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rceil$ SC là SC với chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^2 - 1$ trong ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^2)$ từ N_{symb}^2 ký hiệu khe khi $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^2) > 0$ hoặc là SC với chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^2$ trong ký hiệu 0 từ N_{symb}^2 ký hiệu khe.

Theo một phương án của sáng chế, việc ánh xạ các SC để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) giống như việc ánh xạ các SC để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK với sự loại trừ rằng SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rceil$ SC là SC $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil / N_{symb}^1$ và SC thứ nhất trong số

$$\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor \text{ SC là SC } M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^2 \right\rfloor - 1.$$

Fig.15 là hình vẽ thể hiện việc ánh xạ 1500 làm ví dụ lên các sóng mang PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Phương án ánh xạ 1500 được thể hiện trên Fig.15 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 1510 trong ký hiệu khe thứ nhất và trong ký hiệu thứ tám trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE yêu cầu $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1). UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil = 10$ SC 1520 trong $N_{symb}^1 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ trên SC có chỉ số 0 và trên ký hiệu 0 và ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $\left\lceil \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^1 \right\rceil - 1 = 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^1) - 1 = 3$.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor = 10$ SC 1522 trong $N_{symb}^2 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - 1 = 23$ và trên ký hiệu 0 và ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^2 \right\rfloor = 22$ và trên ký hiệu $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor \bmod(N_{symb}^2) - 1 = 3$. UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trên $\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rceil = 4$ SC 1230 trong $N_{symb}^1 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI thứ nhất được ánh xạ trên SC có chỉ số $\left\lceil \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^1 \right\rceil - 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rceil \bmod(N_{symb}^1) = 4$.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CSI (hoặc CSI phần 1) trên $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor = 4$ SC 1532 trong $N_{symb}^2 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian

trước trong đó các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI thứ nhất được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^2 \right\rfloor - 1 = 9$ và trên ký hiệu $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor \bmod(N_{symb}^2) = 4$. Trong các SC và ký hiệu khả dụng còn lại, thì UE truyền dữ liệu 1540 hoặc UCI khác chẳng hạn như CSI.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện việc ánh xạ 1600 làm ví dụ lên các sóng mang PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Phương án ánh xạ 1600 được thể hiện trên Fig.16 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 1610 trong ký hiệu khe thứ nhất và trong ký hiệu thứ tám trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE yêu cầu $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK. Việc ánh xạ lên các SC được mô tả trên Fig.15 và không được mô tả lại để cho ngắn gọn. UE yêu cầu $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1). UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) theo cách thức giống như truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trên $\left\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rfloor = 4$ SC 1630 trong $N_{symb}^1 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $\left\lfloor \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^1 \right\rfloor = 2$ và trên ký hiệu 0 và UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI trên $\left\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \right\rfloor = 4$ SC 1632 trong $N_{symb}^2 = 6$ ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \left\lfloor \left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor / N_{symb}^2 \right\rfloor - 1 = 21$ và trên ký hiệu 0. Trong các SC và ký hiệu khả dụng còn lại, thì UE truyền dữ liệu 1640 hoặc UCI khác chẳng hạn như CSI.

Các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trong PUSCH cũng có thể đồng thời được ánh xạ trên tất cả N_{symb}^{PUSCH} ký hiệu khe khả dụng. Khi các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK yêu cầu M_{sc}^{HARQ} SC để truyền dẫn, thì $\left\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \right\rfloor$ SC thứ nhất được đặt bắt đầu từ chỉ số SC thấp nhất (chỉ số 0) và ký hiệu khe khả dụng thứ nhất (chỉ số 0),

tiếp tục theo tuần tự trên $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$ ký hiệu khe khả dụng, và sau đó tiếp tục từ chỉ số SC cao hơn tiếp theo, theo ánh xạ thời gian trước, tần số sau. Ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}) - 1$.

$\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil$ SC thứ hai được đặt bắt đầu từ chỉ số SC cao nhất (chỉ số $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - 1$) và ký hiệu khe khả dụng thứ nhất (chỉ số 0), tiếp tục theo tuần tự trên $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$ ký hiệu khe khả dụng, và sau đó tiếp tục từ chỉ số SC thấp hơn tiếp theo, theo ánh xạ thời gian trước, tần số sau. Ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - \left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - 1$ và trên ký hiệu $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}) - 1$. Thứ tự ánh xạ với hai đầu của BW truyền dẫn PUSCH có thể được đảo ngược, và việc ánh xạ các ký hiệu điều biến HARQ-ACK có thể được xen kẽ trên các SC ở hai đầu của BW truyền dẫn PUSCH (để đạt được việc ánh xạ tần số trước theo điều kiện trước đó mà sáng chế coi như (a) việc ánh xạ các kiểu UCI khác nhau có thể là tuần tự, trước hết là theo tần số sau đó là theo thời gian).

Các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) có thể được ánh xạ lên $M_{\text{sc}}^{\text{RI/CRI}}$ SC tương ứng theo cách thức giống như việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK. Khi UE không truyền HARQ-ACK, thì việc ánh xạ lên các SC đối với các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) giống như việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK. Khi UE truyền HARQ-ACK, theo tùy chọn thứ nhất, SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{RI/CRI}}/2 \right\rceil$ SC là SC có chỉ số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - 1$ trong ký hiệu $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}})$ khi $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}) > 0$ hoặc là SC có chỉ số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$ trong ký hiệu 0. SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{RI/CRI}}/2 \right\rceil$ SC là SC có chỉ số $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - \left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - 1$ trong ký hiệu $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}})$ khi $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil \bmod(N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}) > 0$ hoặc là SC có chỉ số $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} - \left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{HARQ}}/2 \right\rceil / N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$ trong ký hiệu 0. Theo tùy chọn thứ hai, việc ánh xạ $M_{\text{sc}}^{\text{RI/CRI}}$ SC giống như việc ánh xạ các SC để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK với sự loại trừ rằng SC thứ nhất trong số $\left\lceil M_{\text{sc}}^{\text{RI/CRI}}/2 \right\rceil$ SC là SC

$\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH}$ và SC thứ nhất của $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor$ SC là SC $M_{sc}^{PUSCH} - \lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1$, trong đó mod là hàm mod được định nghĩa là $x \bmod(y) = x - y \lfloor x/y \rfloor$.

Fig.17 là hình vẽ thể hiện hoạt động ánh xạ 1700 làm ví dụ trên các sóng mang con PUSCH của các ký hiệu điều biến được mã hóa vận chuyển HARQ-ACK, RI/CRI (CSI phần 1), và dữ liệu theo tùy chọn thứ nhất để ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trên tất cả các ký hiệu khe PUSCH khả dụng theo các phương án của sáng chế. Phương án ánh xạ 1700 được thể hiện trên Fig.17 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 1710 trong ký hiệu khe thứ nhất và trong ký hiệu thứ tám trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE yêu cầu $M_{sc}^{HARQ} = 20$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK và $M_{sc}^{RI/CRI} = 8$ SC để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1). UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil = 10$ SC 1720 trong N_{symb}^{PUSCH} ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số 0 và trên ký hiệu 0 và ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1 = 0$ và trên ký hiệu $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1 = 9$.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK trên $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor = 10$ SC 1722 trong N_{symb}^{PUSCH} ký hiệu khe khả dụng sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK đầu được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - 1 = 23$ và trên ký hiệu 0 và ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK cuối được ánh xạ trên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} = 23$ và trên ký hiệu $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) - 1 = 9$. UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trên $\lceil M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rceil = 4$ SC 1730 sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil / N_{symb}^{PUSCH} - 1 = 0$ và trên ký hiệu $\lceil M_{sc}^{HARQ}/2 \rceil \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) = 10$.

UE truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trên $\lfloor M_{sc}^{RI/CRI}/2 \rfloor = 4$ SC 1732 sử dụng ánh xạ thời gian trước trong đó các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) đầu được ánh xạ lên SC có chỉ số $M_{sc}^{PUSCH} - \lfloor \lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor / N_{symb}^{PUSCH} \rfloor = 23$ và trên ký hiệu $\lfloor M_{sc}^{HARQ}/2 \rfloor \bmod(N_{symb}^{PUSCH}) = 10$. Trong các SC và ký hiệu khả dụng còn lại, thì UE truyền dữ liệu 1740 hoặc UCI khác chẳng hạn như CSI. Fig.17 thể hiện phương án tương đương với phương án được thể hiện trên Fig.15 với UCI được truyền trên tất cả các ký hiệu PUSCH khả dụng ở hai đầu của BW truyền dẫn PUSCH. Kết cấu tương tự có thể áp dụng như phương án tương đương được thể hiện trên Fig.16 và phần mô tả tương ứng được bỏ qua cho ngắn gọn.

Ưu điểm của việc ánh xạ UCI như được thể hiện trên Fig.16 hoặc Fig.17 là ở chỗ tác động của việc dồn kênh UCI lên các khối mã hóa dữ liệu được phân bố đều và, khi có thể hoặc khi cần, thì việc tăng công suất có thể áp dụng cho việc truyền dẫn UCI giống như việc truyền dẫn UCI được phân bố trên tất cả các ký hiệu khả dụng trong PUSCH. Trong trường hợp điều biến QAM, thì hệ số tỷ lệ công suất để truyền dẫn UCI có thể được báo hiệu thông qua trường tương ứng trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH.

Để dồn kênh CSI (hoặc CSI phần 2) trong truyền dẫn PUSCH, thì vấn đề chính là tránh trường hợp lỗi dẫn đến từ việc gNB phát hiện không chính xác RI mà được liên kết với CSI (hoặc CSI phần 2). UE có thể truyền RI trong cùng khe như CSI (hoặc CSI phần 2) hoặc trong khe trước đó. Khi UE truyền tải CSI (hoặc CSI phần 2) nhỏ hơn so với gNB mong muốn, thì gNB phát hiện các khối mã hóa dữ liệu trên số lượng nhỏ hơn của các SC so với UE sử dụng để truyền các khối mã hóa dữ liệu này. Kết quả là gNB cho rằng việc so khớp tỷ lệ không chính xác đối với các khối mã hóa dữ liệu này và điều này dẫn đến việc làm sai lạc bộ nhớ đệm HARQ ở gNB. Khi UE truyền tải CSI (hoặc CSI phần 2) lớn hơn so với gNB mong muốn, thì gNB phát hiện các khối mã hóa dữ liệu trên số lượng lớn hơn của các SC so với UE sử dụng để truyền các khối mã hóa dữ liệu này. Kết quả là gNB cho rằng hoặc là SC bắt đầu không chính xác để truyền dẫn các khối mã hóa dữ liệu, dẫn đến việc làm sai lạc bộ nhớ đệm HARQ toàn phần, hoặc bao gồm việc thu các khối mã hóa dữ liệu trên các SC mà UE sử dụng để truyền CSI (hoặc CSI phần 2) dẫn đến việc làm sai lạc bộ nhớ đệm HARQ một phần. Khi lỗi RI xảy ra, thì gNB cũng thu không chính xác CSI (hoặc CSI phần 2) được liên kết trừ khi gNB giải mã CSI (hoặc CSI phần 2) theo nhiều giả thiết đối với tải CSI (hoặc CSI phần 2).

Theo một phương án, để tránh các trường hợp lỗi để dồn kênh CSI (hoặc CSI phần 2) và dữ liệu trong PUSCH mà được gây ra do việc phát hiện RI không chính xác ở gNB, thì tải CSI (hoặc CSI phần 2) tham chiếu được xác định hoặc được tạo cấu hình bởi gNB cho UE và tổng số các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh CSI được xác định tương đối cho tải CSI (CSI phần 1) tham chiếu. Ví dụ, tải CSI (CSI phần 1) tham chiếu, $O_{\text{CSI,ref}}$, có thể được xác định tương đối cho báo cáo CSI bậc 1, hoặc tương đối cho báo cáo CSI bậc 2, hoặc có thể được tạo cấu hình cho UE từ gNB bởi báo hiệu lớp cao hơn. Sau đó, RI/CRI và tải CSI tham chiếu, chẳng hạn như dành cho CSI bậc 1, có thể được lập mã chung. Cũng có thể xác định hoặc tạo cấu hình MCS tham chiếu thay vì tải CSI tham chiếu.

Khi xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh CSI trong PUSCH, ví dụ theo phương trình 2, thì UE áp dụng tải CSI tham chiếu $O_{\text{CSI,ref}}$. gNB có thể chỉ báo, chung hoặc riêng biệt trong định dạng UL DCI được liên kết, giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ thứ nhất, $\beta_{\text{offset},1}^{\text{CSI}}$, đối với tải CSI $O_{\text{CSI,ref}}$ và giá trị thứ hai $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$, $\beta_{\text{offset},2}^{\text{CSI}}$, đối với tải CSI O_{CSI} , chẳng hạn như đối với CQI bậc 2 và PMI. Ví dụ, $\beta_{\text{offset},2}^{\text{CSI}}$ có thể xấp xỉ $\beta_{\text{offset},1}^{\text{CSI}} \cdot O_{\text{CSI}} / O_{\text{CSI,ref}}$. Các giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ và $\beta_{\text{offset},2}^{\text{CSI}}$ được chỉ báo có thể đạt tới CSI BLER tương ứng như được thiết lập bởi gNB. UE có thể lập mã riêng biệt tải $O_{\text{CSI,ref}}$ và tải $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$ (khi không bằng 0).

Khi chỉ $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ được tạo cấu hình bởi gNB, thì giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ được chỉ báo có thể cung cấp số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI mà nhỏ hơn hoặc lớn hơn so với số lượng cần thiết để thu được BLER mục tiêu đối với tải CSI O_{CSI} thực tế. Theo trường hợp trước, tùy thuộc vào độ chênh lệch tương đối giữa tải CSI thực tế được truyền từ UE và tải CSI được xác định bởi gNB, thì CSI BLER thực tế có thể lớn hơn so với CSI BLER mục tiêu và có thể có nhiều tài nguyên khả dụng hơn để truyền dữ liệu. Theo trường hợp sau, CSI BLER thực tế có thể nhỏ hơn so với CSI BLER mục tiêu và có thể có ít tài nguyên khả dụng hơn để truyền dữ liệu.

Ví dụ, khi $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ được coi như là tải CSI có $O_{\text{CSI}} > O_{\text{CSI,ref}}$ bit CSI chẳng hạn như đối với CQI bậc 2 và đối với PMI, và UE báo cáo CQI với tải $O_{\text{CSI,ref}}$ chẳng hạn như đối với CQI bậc 1 (và RI/CRI), số lượng kết quả của các ký hiệu điều biến được mã hóa có

thể lớn hơn so với số lượng cần thiết (tỷ lệ mã thấp hơn so với cần thiết) để thu được BLER mục tiêu. Ví dụ, khi $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ được coi như là tải CSI có $O_{\text{CSI,ref}}$ bit chẳng hạn như đối với CQI bậc 1 và UE báo cáo CSI với tổng tải $O_{\text{CSI}} > O_{\text{CSI,ref}}$ chẳng hạn đối với CQI bậc 2 và đối với PMI, bằng cách lập mã riêng biệt $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$ bit CSI ngoài $O_{\text{CSI,ref}}$ bit CSI, thì số lượng kết quả của các ký hiệu điều biến được mã hóa có thể nhỏ hơn so với số lượng cần thiết (tỷ lệ mã lớn hơn so với cần thiết) để thu được BLER mục tiêu.

Lập luận tương tự áp dụng khi cả hai giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ và $\beta_{\text{offset},2}^{\text{CSI}}$ được tạo cấu hình bởi gNB, hoặc bởi các lớp cao hơn hoặc bởi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH được liên kết, trong đó $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ có thể được thiết lập cho tải $O_{\text{CSI,ref}}$ và $\beta_{\text{offset},2}^{\text{CSI}}$ có thể được thiết lập tương đối cho tải $O_{\text{CSI,ref}}$, hoặc tương đối cho tải $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$ (định trước), hoặc tương đối cho tải định trước khác. Lúc đó, số lượng kết quả của các ký hiệu điều biến được mã hóa có thể là một kết quả mong muốn dành cho tải $O_{\text{CSI,ref}}$ (CSI phần 1), ví dụ đối với CQI bậc 1 và RI/CRI, và có thể lớn hơn hoặc nhỏ hơn so với cần thiết dành cho tải $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$ (CSI phần 2), ví dụ dành cho CQI bậc 2 và dành cho PMI (tải $O_{\text{CSI,ref}}$ được lập mã riêng biệt so với $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$). Ví dụ, khi UE báo cáo CQI bậc 1 và RI/CRI (CSI phần 1), thì các tài nguyên PUSCH được dành riêng để dồn kênh tải $O_{\text{CSI}} - O_{\text{CSI,ref}}$ (CSI phần 2) không vận chuyển thông tin bất kỳ. Trong cả hai trường hợp, thì không có hiện tượng làm sai lệch bộ nhớ đệm HARQ và không có kết quả cụ thể đối với việc thu CSI hoặc thu dữ liệu.

Fig.18 là hình vẽ thể hiện hoạt động xác định 1800 đối với số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI dựa trên tải CSI tham chiếu (CSI phần 1) theo các phương án của sáng chế. Phương án của hoạt động xác định 1800 được thể hiện trên Fig.18 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE được tạo cấu hình bởi gNB tải CSI tham chiếu (CSI phần 1), $O_{\text{CSI,ref}}$, dành cho UE để sử dụng theo công thức để xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI để ánh xạ lên các SC của BW truyền dẫn PUSCH 1810. Cũng có thể là cấu hình được tránh khi $O_{\text{CSI,ref}}$ được định trước trong chức năng hệ thống, ví dụ đối với phần CSI tương ứng với truyền dẫn bậc 1 trên mỗi tế bào. UE phát hiện định dạng UL DCI mà bao

gồm trường chỉ báo giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ 1820. UE tạo ra báo cáo CSI với tải O_{CSI} bit thông tin để truyền PUSCH 1830. UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa dành cho CSI dựa trên giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$ được chỉ báo và trên tải CSI $O_{\text{CSI,ref}}$.

Theo một phương án, để tránh các trường hợp lỗi để dồn kênh CSI và dữ liệu trong PUSCH mà được gây ra do việc phát hiện RI không chính xác ở gNB, thì tải CSI tham chiếu, $O_{\text{CSI,ref}}$, lại được xác định trong chức năng hệ thống hoặc được tạo cấu hình bởi gNB cho UE. UE so khớp tỷ lệ truyền dẫn dữ liệu dành cho số lượng các SC tương ứng với truyền dẫn $O_{\text{CSI,ref}}$ trong khe tương ứng. Khi tải CSI thực tế O_{CSI} lớn hơn so với $O_{\text{CSI,ref}}$, tức là khi có CSI phần 2 cùng CSI phần 1, thì UE xác định số lượng các ký hiệu được điều biến được mã hóa CSI theo việc truyền dẫn O_{CSI} bit thông tin và đột lỗ truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu trong các SC khác các SC tương ứng với việc truyền dẫn $O_{\text{CSI,ref}}$ bit thông tin. Ví dụ, đối với $O_{\text{CSI,ref}} = 50$ bit và $O_{\text{CSI}} = 100$ bit, khi $M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}}$ SC được sử dụng để truyền dẫn $O_{\text{CSI,ref}}$ bit thông tin và $M_{\text{sc}}^{\text{CSI}} > M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}}$ SC được sử dụng để truyền dẫn O_{CSI} bit thông tin, thì UE so khớp tỷ lệ truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu đối với $M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}}$ SC và đột lỗ truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu đối với $M_{\text{sc}}^{\text{CSI}} - M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}}$ SC. Khi $O_{\text{CSI}} \leq O_{\text{CSI,ref}}$, thì UE ánh xạ CSI lên $M_{\text{sc}}^{\text{CSI}} \leq M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}}$ SC và không sử dụng $M_{\text{sc}}^{\text{CSI,ref}} - M_{\text{sc}}^{\text{CSI}}$ SC còn lại để truyền các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu.

Theo một phương án, để làm giảm tác động từ các trường hợp lỗi để dồn kênh CSI và dữ liệu trong PUSCH mà được gây ra do việc phát hiện RI không chính xác, thì dạng thực hiện gNB có thể thiết lập BLER mục tiêu dành cho việc phát hiện RI, hoặc tương đương với việc phát hiện CSI phần 1, đủ thấp đối với các trường hợp lỗi như vậy để không tác động lên toàn bộ hoạt động hệ thống. Ví dụ, khi có thể, BLER mục tiêu RI/CRI có thể được thiết lập ở mức 0,01% hoặc thấp hơn. Để tránh sự hiểu lầm không chính xác về tải CSI (CSI phần 2) ở gNB tác động lên việc phát hiện HARQ-ACK, hoặc RI/CRI, hoặc dữ liệu, thì UE có thể ánh xạ các SC để truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (CSI phần 2) sau khi UE ánh xạ các SC dành cho truyền dẫn của HARQ-ACK hoặc RI/CRI (CSI phần 1), hoặc các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu.

Theo cách như vậy, khi UE ánh xạ CSI trên nhiều SC hơn so với số lượng SC

được mong muốn bởi gNB, thì vị trí bắt đầu của các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu không bị tác động. Mặc dù thay vì các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu, gNB thu các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI trong một số SC khi tải CSI thực tế lớn hơn so với tải CSI được giả định bởi gNB, thì việc làm sai lệch bộ nhớ đệm hoàn toàn được tránh khi UE ánh xạ trước lên các SC các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu và do đó vị trí của các SC này độc lập với các SC mà UE ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI. Khi UE ánh xạ CSI lên ít các SC hơn so với được mong muốn bởi gNB, thì vị trí bắt đầu của thông tin dữ liệu không bị tác động và chỉ tác động lên một số các SC không được dùng trong PUSCH.

Khi không có tính không rõ ràng đối với số lượng các SC cần thiết dành cho truyền dẫn HARQ-ACK, RI/CRI (hoặc CSI phần 1), hoặc truyền dẫn dữ liệu, thì thứ tự ánh xạ bất kỳ dành cho các kiểu thông tin này có thể được áp dụng. Ngược lại, khi có tính không rõ ràng đối với bất kỳ kiểu thông tin nào, chẳng hạn như đối với HARQ-ACK, thì việc ánh xạ kiểu thông tin đó có thể là cuối cùng, ngay cả sau CSI, vì HARQ-ACK hoặc RI/CRI (hoặc CSI phần 1) có thể có độ ưu tiên cao hơn so với CSI (hoặc CSI phần 2) và có thể đề lên các SC được sử dụng để ánh xạ CSI (hoặc CSI phần 2).

Sau khi ánh xạ sóng mang con của HARQ-ACK, RI/CRI (hoặc CSI phần 1), và dữ liệu (và DMRS), thì việc ánh xạ sóng mang con của CSI (hoặc CSI phần 2) có thể được xác định như các SC được sử dụng để truyền dẫn HARQ-ACK hoặc RI/CRI (hoặc CSI phần 1) và phần mô tả tương ứng không được lặp lại để ngắn gọn. Ví dụ, việc dồn kênh CSI giống như việc dồn kênh HARQ-ACK khi không có HARQ-ACK hoặc RI/CRI. Ví dụ, việc dồn kênh CSI (hoặc CSI phần 2) giống như việc dồn kênh RI/CRI (hoặc CSI phần 1) khi có HARQ-ACK nhưng không có RI/CRI trong CSI phần 1. Ví dụ, việc dồn kênh CSI giống như việc dồn kênh RI/CRI (hoặc CSI phần 1) sau HARQ-ACK khi có HARQ-ACK và RI/CRI (hoặc CSI phần 1).

Fig.19 là hình vẽ thể hiện cách tiếp cận thứ nhất 1900 làm ví dụ để ánh xạ CSI lên các sóng mang con của truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của cách tiếp cận thứ nhất 1900 được thể hiện trên Fig.19 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$

SC. UE truyền DMRS 1910 trong ký hiệu khe thứ nhất trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. Sau khi ánh xạ HARQ-ACK 1920 và RI/CRI (hoặc CSI phần 1) 1930 lên các SC, thì UE ánh xạ dữ liệu lên các SC 1940. Cuối cùng, UE ánh xạ CSI (hoặc CSI phần 2) lên các SC 1950. UE ánh xạ CSI (hoặc CSI phần 2) các ký hiệu điều biến được mã hóa lên các SC sau khi UE ánh xạ HARQ-ACK, RI/CRI (hoặc CSI phần 1), và các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu lên các SC. Khi gNB giả định tải CSI (CSI phần 2) nhỏ hơn so với tải CSI (CSI phần 2) thực tế mà UE truyền, thì gNB giả định rằng một số SC, chẳng hạn như các SC 1952, được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu thay vì truyền dẫn CSI (CSI phần 2). Tuy nhiên, vì dữ liệu được ánh xạ lên các SC trước CSI (CSI phần 2), nên kết quả duy nhất là gNB có thể thu các ký hiệu CSI (CSI phần 2) như các ký hiệu dữ liệu trong các SC 1952 trong khi trong các SC còn lại được sử dụng để dồn kênh dữ liệu, thì gNB thu các ký hiệu dữ liệu một cách chính xác. Việc ánh xạ tương tự của các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (CSI phần 2) lên các SC có thể áp dụng khi việc ánh xạ lên các SC dành cho thông tin HARQ-ACK và RI/CRI (hoặc CSI phần 1) giống như được thể hiện trên Fig.13.

Fig.20 là hình vẽ thể hiện cách tiếp cận thứ nhất hai 2000 làm ví dụ để ánh xạ CSI lên các sóng mang con của truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của cách tiếp cận thứ hai 2000 được thể hiện trên Fig.20 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH tới gNB trong khe trên mười bốn ký hiệu và trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. UE truyền DMRS 2010 trong ký hiệu khe thứ nhất trên $M_{sc}^{PUSCH} = 24$ SC. Sau khi ánh xạ HARQ-ACK 2020 và RI/CRI (hoặc CSI phần 1) 2030 lên các SC, ví dụ như được thể hiện trên Fig.15, thì UE ánh xạ dữ liệu lên các SC 2040. Cuối cùng, UE ánh xạ CSI (hoặc CSI phần 2) lên các SC 2050. Nhận xét tương tự như trên Fig.19 áp dụng cho trường hợp khi gNB và UE xem xét tải CSI (CSI phần 2) khác nhau.

Khi dồn kênh UCI trên tất cả các ký hiệu trong PUSCH, ví dụ như được thể hiện trên Fig.17, thì việc ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (CSI phần 2) lên các PUSCH SC là phần mở rộng trực tiếp của các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc RI/CRI (CSI phần 1) (UE trước hết ánh xạ HARQ-ACK, RI/CRI, hoặc các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu lên các SC) và để ngắn gọn thì phần mô tả tương ứng được bỏ qua.

UCI thường được liên kết với BLER mục tiêu thấp hơn so với thông tin dữ liệu. Đối với máy thu và bộ điều biến kết hợp xác định, thì BLER phụ thuộc vào độ chính xác ước lượng kênh nói cách khác là phụ thuộc vào DMRS SINR được liên kết và phụ thuộc vào tốc độ mã và SINR dành cho các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI. Tốc độ mã có thể được làm giảm xuống bằng cách phân bổ nhiều ký hiệu điều biến được mã hóa UCI hơn dành cho tải UCI xác định. DMRS SINR được xác định bởi công suất truyền dẫn DMRS. Cách tiếp cận thứ nhất để tăng DMRS SINR là UE tăng công suất truyền dẫn DMRS tương đối so với công suất truyền dẫn UCI hoặc dữ liệu. Ví dụ, định dạng UL DCI có thể bao gồm trường độ lệch công suất DMRS dành cho UE để xác định độ lệch công suất dành cho công suất truyền dẫn DMRS so với công suất truyền dẫn UCI hoặc thông tin dữ liệu.

Sự hạn chế của cách tiếp cận thứ nhất ở chỗ cách tiếp cận này chủ yếu có lợi cho các UE với SINR thấp mà cũng có thể bị hạn chế công suất. Sự hạn chế khác là DMRS SINR tăng do lượng tăng công suất truyền dẫn DMRS có thể bị triệt tiêu do lượng tăng công suất truyền dẫn DMRS tương ứng từ các UE trong các tế bào có cùng tần số gây nhiễu giống như DMRS có thể được đặt trên cùng ký hiệu khe. Cách tiếp cận thứ hai để tăng DMRS SINR là thêm các ký hiệu DMRS bổ sung và điều này có thể được chỉ báo bởi trường ‘DMRS bổ sung’ trong định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH.

Vì mục đích chính của DMRS bổ sung là để cải thiện UCI BLER, nên DMRS bổ sung có thể bị hạn chế trên các SC mà trong đó UCI được truyền, hoặc trên các RB mà bao gồm các SC mà trong đó UCI được truyền, và không cần mở rộng trên toàn bộ BW truyền dẫn PUSCH. Trường này trong định dạng DCI cũng có thể chỉ báo việc có hay không DMRS bổ sung mở rộng trên BW truyền dẫn PUSCH hoặc chỉ trên các SC, hoặc các RB mà bao gồm các SC, được sử dụng để ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI.

Điều này cũng có thể dành cho UE để truyền DMRS bổ sung khi UCI được dồn kênh trong PUSCH thông qua báo hiệu ngầm như, ví dụ, khi MCS dữ liệu ở dưới MCS định trước hoặc khi một trường trong định dạng UL DCI chỉ báo giá trị (hoặc các giá trị) định trước dành cho dịch vòng của truyền dẫn DMRS mặc định (giả định rằng DMRS mặc định dựa trên chuỗi ZC). UE có thể truyền DMRS bổ sung trong một hoặc nhiều các ký hiệu khe định trước, chẳng hạn như ký hiệu khe ở giữa hoặc cuối, mà là một phần của truyền dẫn PUSCH. Khi dạng sóng OFDM được sử dụng để truyền dẫn PUSCH, thì

DMRS bổ sung có thể bị hạn chế trong BW và có thể được dồn kênh với dữ liệu trong cùng ký hiệu khe. Khi dạng sóng DFT-S-OFDM được sử dụng để truyền dẫn PUSCH, thì DMRS bổ sung có thể được truyền trên toàn bộ PUSCH BW trong ký hiệu khe mà không dồn kênh với dữ liệu trong ký hiệu khe để duy trì tính chất đơn sóng mang dành cho dạng sóng DFT-S-OFDM.

Fig.21 là hình vẽ thể hiện về sự có mặt của tín hiệu DMRS bổ sung 2100 làm ví dụ khi UCI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án về sự có mặt của DMRS bổ sung 2100 được thể hiện trên Fig.21 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE truyền PUSCH trong một khe và trên một số SC (hoặc RB). Kết cấu dồn kênh UCI để ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI lên các SC không cụ thể và kết cấu được thể hiện trên Fig.20 được sử dụng để tham khảo. UE truyền DMRS mặc định 2110 trong ký hiệu khe thứ nhất trên tất cả các PUSCH SC (việc truyền dẫn DMRS mặc định cũng có thể ở trong một số PUSCH SC trong khi vẫn mở rộng BW truyền dẫn PUSCH). UE xác định tập các SC để dồn kênh UCI trong PUSCH và truyền DMRS bổ sung, khi được chỉ báo bởi định dạng UL DCI được liên kết hoặc khi UE xác định ngầm dựa trên quy tắc định trước, trong ký hiệu khe 2120.

DMRS bổ sung được truyền ít nhất trong các SC mà UCI được ánh xạ (nhưng trong ký hiệu khác). DMRS bổ sung cũng có thể được truyền trên số lượng định trước các SC, chẳng hạn như các SC trên số lượng nguyên các RB, mà bao gồm các UCI SC. Điều này có thể cần thiết khi DMRS được cấu thành bởi chuỗi ZC mà cần phải có độ dài từ một số độ dài định trước chẳng hạn như 12, 24, và v.v.. Sau khi UE xác định việc có truyền DMRS bổ sung hay không, thì UE có thể tiến hành ánh xạ lên các SC các ký hiệu thông tin được mã hóa HARQ-ACK (nếu có) 2130, RI/CRI (nếu có) 2140, dữ liệu 2150, và CSI 2160.

Để tránh liên kết để xác định số lượng ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trên các thông số của PUSCH vận chuyển truyền dẫn khởi tạo của khối vận chuyển dữ liệu, chẳng hạn như BW truyền dẫn hoặc công suất truyền dẫn, số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI có thể được xác định dựa trên truyền dẫn PUSCH hiện thời và tính biến thiên là BLER mục tiêu giữa các truyền dẫn lại HARQ (bao gồm truyền dẫn khởi tạo) của khối vận chuyển dữ liệu có thể được đánh địa chỉ thông qua một trường trong

định dạng UL DCI vận chuyển giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$.

UE có thể xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp Q_{ACK} đối với HARQ-ACK như trong phương trình 4

$$Q_{\text{ACK}} = \left\lceil \frac{O_{\text{ACK}} \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil \quad (\text{Phương trình 4})$$

trong đó O_{ACK} là số lượng bit HARQ-ACK, và $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$ là BW truyền dẫn PUSCH được lập lịch, theo số lượng các SC, trong khe dành cho (các) khối vận chuyển dữ liệu, và $N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}}$ là số lượng ký hiệu khe khả dụng để truyền dẫn (các) khối vận chuyển dữ liệu, và $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$, C , và K_r thu được từ định dạng UL DCI được vận chuyển trong kênh điều khiển DL. Khi không có kênh điều khiển DL dành cho khối vận chuyển dữ liệu, thì $M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}}$, C , và K_r được xác định từ sự gán SPS gần nhất khi PUSCH dành cho khối vận chuyển dữ liệu là SPS hoặc từ sự cấp phát đáp lại truy nhập ngẫu nhiên dành cho khối vận chuyển dữ liệu khi PUSCH được khởi tạo bởi sự cấp phát đáp lại truy nhập ngẫu nhiên. Ngoài ra, C là số lượng CB dành cho khối vận chuyển dữ liệu và K_r là kích thước của CB r dành cho khối vận chuyển dữ liệu.

UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp $Q'_{\text{RI/CRI}}$ đối với số lượng $O_{\text{RI/CRI}}$ bit thông tin RI/CRI (hoặc CSI phần 1) như trong phương trình 5 ($Q_{\text{ACK}} = 0$ khi UE không truyền HARQ-ACK)

$$Q'_{\text{RI/CRI}} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{\text{RI/CRI}} \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right\rceil, M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - Q_{\text{ACK}} \right) \quad (\text{Phương}$$

trình 5)

Điều biến QPSK ($Q_m = 2$) được giả định cho HARQ-ACK và RI/CSI (hoặc CSI phần 1). Khi bậc điều biến cao hơn $Q_m > 2$ được cho phép, chẳng hạn như điều biến QAM, thì số lượng các ký hiệu thông tin được mã hóa có thể được chia tỷ lệ phù hợp.

UE xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa trên mỗi lớp Q'_{CSI} đối với số lượng O_{CSI} bit thông tin CSI như trong phương trình 6

$$Q' = \min \left(\left[\frac{(O + L) \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} \cdot \beta_{offset}^{PUSCH}}{\sum_{r=0}^{C-1} K_r} \right], M_{sc}^{PUSCH} \cdot N_{symb}^{PUSCH} - \frac{Q_{RI}}{Q_m} - \frac{Q_{ACK}}{Q_m} \right) \quad (\text{Phương}$$

trình 6)

trong đó L là số lượng các bit CRC và $Q_{CQI} = Q_m \cdot Q'$. Khi UE không truyền HARQ-ACK, thì $Q_{ACK} = 0$. Khi UE không truyền RI/CRI, hoặc khi UE mã hóa chung RI/CRI với CSI (CSI phần 1), thì $Q_{RI/CRI} = 0$.

Số lượng các bit khả dụng để truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trên N_L lớp là

$$G = N_L \cdot \left(N_{symb}^{PUSCH} \cdot M_{sc}^{PUSCH} \cdot Q_m - Q_{CQI} - Q_{RI/CRI} - Q_{ACK} \right).$$

Để cải thiện kích thước dành cho các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK hoặc RI/CRI (hoặc CSI phần 1) trong truyền dẫn PUSCH mà bao gồm CSI (hoặc CSI phần 2) và không bao gồm dữ liệu, thì sáng chế cho rằng định dạng UL DCI được liên kết cung cấp, một cách rõ ràng hoặc ngầm, MCS để truyền dẫn CSI. Tập MCS chỉ để truyền dẫn CSI có thể là tập con của tập MCS để truyền dẫn dữ liệu, ví dụ, bằng cách không bao gồm điều biến 64QAM hoặc 256QAM hoặc bằng cách không bao gồm các giá trị tốc độ mã nhất định (hiệu quả phổ). Khi các điều biến bậc cao hơn, chẳng hạn như điều biến 64QAM hoặc 256QAM, không được hỗ trợ cho UCI lúc đó, khi UCI được dồn kênh với dữ liệu trong PUSCH, thì UCI được truyền với bậc điều biến giống như dữ liệu trừ khi bậc điều biến cho dữ liệu cao hơn so với bậc điều biến tối đa có thể hỗ trợ được cho UCI và lúc đó UCI được truyền với bậc điều biến tương ứng với bậc điều biến cao nhất có thể hỗ trợ được dành cho UCI.

Chỉ báo rõ ràng trong định dạng UL DCI để lập lịch truyền dẫn PUSCH mà chỉ bao gồm UCI (và không bao gồm dữ liệu) có thể thông qua trường “chỉ duy nhất-UCI” bao gồm một bit chỉ báo có dữ liệu hoặc không, UE có thể truyền dữ liệu trong PUSCH khi UE được kích hoạt báo cáo CSI bởi định dạng UL DCI thông qua trường yêu cầu A-CSI. Chỉ báo rõ ràng có thể được cung cấp thay thế bằng cách bao gồm thành phần “chỉ duy nhất-UCI” trong một số trạng thái mà các giá trị của trường yêu cầu A-CSI ánh xạ thành.

Chỉ báo ngầm có thể được cung cấp bằng cách dành riêng giá trị của trường khác trong định dạng UL DCI để chỉ báo, kết hợp với chỉ báo dương của trường yêu cầu

A-CSI, mà chỉ UCI được truyền trong PUSCH được liên kết. Ví dụ, khi DMRS được truyền trong PUSCH dựa trên việc truyền dẫn chuỗi ZC và trường trong định dạng UL DCI được sử dụng để chỉ báo giá trị dịch vòng dành cho chuỗi ZC, thì giá trị của trường này có thể được dành riêng để chỉ báo rằng chỉ UCI được truyền trong PUSCH được lập lịch.

Khi UE được chỉ báo bởi định dạng UL DCI rằng truyền dẫn PUSCH được liên kết chỉ bao gồm UCI (ít nhất là A-CSI), thì trường MCS trong định dạng UL DCI có thể tương ứng với MCS để truyền dẫn A-CSI. Dựa trên giá trị MCS được chỉ báo, thì UE có thể xác định số lượng O_{CSI} bit CSI cho UE để sử dụng trong việc xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa HARQ-ACK như trong phương trình 7, số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa RI/CRI (hoặc CSI phần 1) như trong phương trình 8 và số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (hoặc CSI phần 2) như trong phương trình 9

$$Q'_{\text{ACK}} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{\text{ACK}} \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{O_{\text{CSI}}} \right\rceil, M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \right) \quad (\text{Phương trình 7})$$

$$Q'_{\text{RI/CRI}} = \min \left(\left\lceil \frac{O_{\text{RI/CRI}} \cdot M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}}{O_{\text{CSI}}} \right\rceil, M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} - Q_{\text{ACK}} \right) \quad (\text{Phương trình 8})$$

$$Q_{\text{CSI}} = \max \left(0, M_{\text{sc}}^{\text{PUSCH}} \cdot N_{\text{symb}}^{\text{PUSCH}} \cdot Q_m - Q_{\text{ACK}} - Q_{\text{RI/CRI}} \right) \quad (\text{Phương trình 9})$$

Đối với HARQ-ACK, $Q_{\text{ACK}} = Q_m \cdot Q'_{\text{ACK}}$ và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{HARQ-ACK}} / \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$. Đối với RI/CRI, $Q_{\text{RI/CRI}} = Q_m \cdot Q'_{\text{RI/CRI}}$ và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}} = \beta_{\text{offset}}^{\text{RI/CRI}} / \beta_{\text{offset}}^{\text{CSI}}$.

Khi UE xác định tải CSI (CSI phần 2) theo giá trị RI/CSI UE truyền tới gNB trước hoặc đồng thời với việc truyền dẫn CSI (CSI phần 2), thì có thể có tính không rõ ràng giữa gNB và UE khi gNB không thể phát hiện chính xác giá trị RI. Ví dụ, tải (CSI phần 2) thường lớn hơn khi bậc liên kết lớn hơn. gNB có thể cố gắng phát hiện từ mã CSI (CSI phần 2) theo nhiều hơn một giả thiết dành cho tải được liên kết. Ví dụ, khi gNB không thể phát hiện từ mã CSI (CSI phần 2) theo tải được xác định từ giá trị được phát

hiện cuối dành cho RI, thì gNB có thể giải mã lại từ mã CSI (CSI phần 2) giả định giá trị RI khác nhau tương ứng với tải CSI (hoặc CSI phần 2) khác nhau. Tuy nhiên, khi RI hoặc CSI tương ứng với nhiều tế bào, hoặc với nhiều quy trình CSI, hoặc nhiều tập CSI, thì số lượng các giả thiết tương ứng tăng lên do các dạng kết hợp tăng lên dành cho tải (CSI phần 2) có thể có.

Khi gNB giả định không chính xác tải (CSI phần 2), thì gNB cũng giả định không chính xác số lượng các SC trong PUSCH mà UE sử dụng để truyền dẫn CSI (CSI phần 2) và số lượng các SC mà UE sử dụng để truyền dẫn dữ liệu. Lúc đó, gNB có thể bao gồm các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (CSI phần 2) như các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu dẫn đến sự sai lệch bộ nhớ đệm mềm dành cho dữ liệu, đặc biệt là khi vị trí bắt đầu của các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu thay đổi phụ thuộc vào số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa CSI (CSI phần 2). Do đó, có lợi để cung cấp phương tiện dành cho gNB để xác định xem gNB này có phát hiện chính xác giá trị RI (hoặc phát hiện chính xác CSI phần 1) hay không. Phương tiện như vậy thường được liên kết với việc bao gồm mã kiểm dư vòng (CRC) trong từ mã thông tin trước lập mã.

Trong khi mã CRC kiểm tra sau khi giải mã là cách hiệu quả để xác nhận sự phát hiện không chính xác hoặc chính xác từ mã thông tin được liên kết, thì phương pháp lập mã liên kết chẳng hạn như mã xoắn cắn đuôi (Tail Biting Convolutional Code, TBCC) hoặc mã cực chỉ hiệu quả khi tải dành cho từ mã thông tin đủ lớn, chẳng hạn như lớn hơn mười bit. Tuy nhiên, kể cả khi UE báo cáo RI (hoặc CSI phần 1) dành cho nhiều tế bào, thì tổng tải RI (hoặc CSI phần 1) thường là mười bit hoặc ít hơn và điều này hạn chế khả năng áp dụng các phương pháp lập mã mà có thể sử dụng lớp bảo vệ CRC để xác nhận kết quả giải mã chính xác hoặc không chính xác dành cho từ mã thông tin.

UE cũng có thể báo cáo thông tin HARQ-ACK dành cho nhiều khối mã hóa của khối vận chuyển, hoặc nhiều tế bào DL trong đó UE được tạo cấu hình để thu truyền dẫn PDSCH, hoặc nhiều khe mà trong đó UE được tạo cấu hình để thu truyền dẫn PDSCH. Kết quả là, từ mã thông tin HARQ-ACK có thể bao gồm vài chục hoặc vài trăm bit dành cho việc thu tương ứng các khối mã hóa hoặc các khối vận chuyển trên các tế bào hoặc trên các khe. Việc phát hiện không chính xác từ mã thông tin HARQ-ACK bởi gNB có thể yêu cầu lập lịch lại và truyền dẫn lại toàn bộ các khối mã hóa dữ liệu. Ngay cả khi BLER mục tiêu thấp được thiết lập dành cho từ mã thông tin HARQ-ACK, thì do các lỗi trong việc thích nghi liên kết, hoặc do sự thay đổi kênh chẳng hạn như fading ngắn hạn,

hoặc do các lỗi điều khiển công suất truyền dẫn, có thể thường xảy ra trong thực tế mà BLER thực tế dành cho từ mã HARQ-ACK lớn hơn so với BLER mục tiêu.

Do đó, thay vì gNB truyền dẫn lại toàn bộ các PDCCH và PDSCH để lập lịch lại việc truyền dẫn lại các khối mã hóa dữ liệu tới UE khi gNB phát hiện không chính xác từ mã thông tin HARQ-ACK, thì có lợi cho gNB để kích hoạt việc truyền dẫn lại từ mã thông tin HARQ-ACK từ UE vì điều này có thể tránh làm tổn hao hiệu quả phổ đường xuống và thông lượng và tránh làm tăng độ trễ truyền thông trung bình được liên kết với việc lập lịch lại như vậy.

Khi UE dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH, thì BLER mục tiêu dành cho từ mã UCI ở gNB có thể đạt được bằng cách gNB phân bổ đủ số lượng các SC trong PUSCH để dồn kênh UCI. Mặc dù đây là cách tiếp cận thiết thực, nhưng đôi khi có thể yêu cầu một số lượng lớn các SC để truyền dẫn UCI, ví dụ khi tải UCI lớn, và không phải lúc nào cũng có thể tăng sự phân bổ BW để truyền dẫn PUSCH vì điều này có thể dẫn đến việc hạn chế công suất dành cho UE. Do đó, có thể có lợi khi chứa một số các SC được phân bổ để dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH nhằm tránh tốc độ mã cao để truyền dẫn thông tin dữ liệu sử dụng OFDM vì BLER dữ liệu tương ứng có thể tăng lên, ví dụ khi tốc độ mã trên 0,6 đặc biệt là đối với điều biến dữ liệu dựa trên QAM.

Khi tốc độ mã UCI thường đủ thấp ngay cả khi số lượng các SC được phân bổ nhỏ hơn so với số lượng danh nghĩa để đạt được BLER mục tiêu, thì UCI BLER mục tiêu cũng có thể đạt được bằng cách tăng công suất truyền UCI. Lúc đó, để duy trì tổng công suất truyền dẫn giống nhau trên mỗi ký hiệu PUSCH, thì công suất truyền dẫn thông tin dữ liệu giảm. Tuy nhiên, khi nhiều SC khả dụng để dồn kênh thông tin dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH, thì tốc độ mã đủ thấp có thể được duy trì dành cho thông tin dữ liệu làm cho BLER dữ liệu được cải thiện mặc dù công suất truyền dẫn thấp hơn dành cho các ký hiệu điều biến được mã hóa dữ liệu.

gNB có thể lập lịch truyền dẫn PUSCH từ UE để xảy ra trên nhiều khe. Truyền dẫn PUSCH có thể vận chuyển khối vận chuyển dữ liệu giống nhau trong tất cả các khe hoặc có thể vận chuyển khối vận chuyển dữ liệu khác nhau trong mỗi khe. Khi UE dồn kênh UCI trong truyền dẫn PUSCH, thì việc dồn kênh có thể xảy ra hoặc là chỉ trong một khe, chẳng hạn như khe thứ nhất, ví dụ khi mỗi khe vận chuyển khối vận chuyển dữ liệu khác nhau, hoặc trên tất cả các khe ví dụ khi các khe này vận chuyển khối vận chuyển dữ liệu giống nhau. Khi định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH trong

nhiều khe chỉ báo cùng MCS để truyền dẫn dữ liệu trong mỗi khe trong số nhiều khe và PUSCH trong mỗi khe trong số nhiều khe vận chuyển khối vận chuyển dữ liệu khác nhau và sử dụng cùng công suất truyền dẫn trong mỗi khe trong số nhiều khe, thì độ tin cậy thu dành cho khối vận chuyển dữ liệu phụ thuộc vào việc có hay không UCI được dồn kênh trong PUSCH. Do đó có lợi để có sự điều chỉnh khác nhau dành cho các thông số của truyền dẫn PUSCH nhiều khe trong các khe có dồn kênh UCI so với trong các khe mà không dồn kênh UCI.

Theo một số phương án, có nhu cầu hỗ trợ lập mã các tải UCI mà nhỏ hơn hoặc bằng giá trị định trước sử dụng phương pháp lập mã mà có thể áp dụng được cho các tải UCI lớn hơn giá trị định trước.

Theo một số phương án, có nhu cầu khác để cho phép gNB lập lịch việc truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK từ UE.

Theo một số phương án, có nhu cầu khác để cho phép việc truyền dẫn thông tin HARQ-ACK trên mỗi nhóm khối mã.

Theo một số phương án, có nhu cầu áp dụng sự điều chỉnh khác nhau dành cho các thông số để truyền dẫn PUSCH từ UE trong các khe có dồn kênh UCI hoặc SRS so với trong các khe không dồn kênh UCI hoặc SRS.

Trong phần sau đây, để ngắn gọn, thì thông tin dữ liệu được giả định được truyền sử dụng một khối vận chuyển dữ liệu mà có thể bao gồm một hoặc nhiều khối mã hóa dữ liệu. Phần mô tả liên quan của các phương án có thể được mở rộng trực tiếp trong trường hợp có nhiều hơn một khối vận chuyển dữ liệu được hỗ trợ. Ngoài ra, định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH được dùng để chỉ định dạng UL DCI trong khi định dạng DCI lập lịch truyền dẫn PDSCH được dùng để chỉ định dạng DL DCI.

Theo một số phương án, việc ánh xạ một số lượng nhỏ các bit thông tin thành từ mã có số lượng các bit thông tin lớn hơn được xem xét để cho phép ước tính CRC mà được thêm vào từ mã và để cho phép xác định ở bộ thu việc phát hiện chính xác hoặc không chính xác từ mã.

Số lượng các bit thông tin ban đầu, ví dụ nhỏ hơn so với mười hai bit thông tin dành cho HARQ-ACK hoặc RI/CRI (CSI phần 1), được ánh xạ thành từ mã có số lượng các bit thông tin lớn hơn định trước, ví dụ mười hai bit thông tin. Sau đó, đặt được CRC dành cho từ mã này, CRC này được thêm vào từ mã, và đầu ra lúc đó được lập mã sử dụng ví dụ mã TBCC hoặc mã cực. Sử dụng lớp bảo vệ CRC dành cho từ mã

HARQ-ACK hoặc RI/CRI (CSI phần 1) cũng cho phép vận hành với các BLER cao hơn dành cho từ mã và để lập lịch việc truyền dẫn lại dành cho từ mã như được mô tả trong phương án tiếp theo của sáng chế.

Việc ánh xạ các bit thông tin ban đầu thành từ mã không quan trọng nhưng việc ánh xạ làm ví dụ có thể được thực hiện như sau. Đối với I_o bit thông tin ban đầu và $I_{CW} > I_o$ bit thông tin từ mã, thì I_o bit thông tin từ mã thứ nhất có thể là I_o bit thông tin ban đầu và $I_{CW} > I_o$ bit thông tin từ mã còn lại có thể có các giá trị định trước chẳng hạn như 0, hoặc 1, hoặc chuỗi xen kẽ 0 và 1 (nhị phân). Cũng có thể I_o bit thông tin ban đầu là I_o bit thông tin từ mã cuối, ví dụ khi độ chính xác giải mã dành cho các mã cực có thể cải thiện khi $I_{CW} - I_o$ bit thông tin từ mã thứ nhất có giá trị đã biết, hoặc được phân bổ trong I_{CW} bit thông tin từ mã. CRC có độ dài L , chẳng hạn như ví dụ $L = 8$, được ước tính dành cho từ mã có độ dài I_{CW} và được thêm vào từ mã để tạo ra tổng số $I_{CW} + L$ bit.

Mặc dù số lượng các bit lớn hơn so với I_o bit thông tin ban đầu được truyền, nhưng sự gia tăng mã đầu kết quả nhỏ hơn so với hệ số $(I_{CW} + L)/I_o$ vì sơ đồ mã hóa được liên kết, chẳng hạn như TBCC hoặc mã cực, tạo ra độ lợi lớn hơn mã lặp hoặc mã khối, mà nếu không thì sẽ được sử dụng dành cho I_o bit thông tin ban đầu, và do BLER mục tiêu dành cho $I_{CW} + L$ bit, chẳng hạn như 1%, có thể nhỏ hơn so với BLER mục tiêu dành cho I_o bit thông tin, ví dụ 0,01%, vì phần trước được bảo vệ bởi CRC và do đó việc phát hiện không chính xác có thể được nhận dạng.

Fig.22 là hình vẽ thể hiện về quy trình ánh xạ và lập mã 2200 làm ví dụ dành cho tải thông tin ban đầu thông qua việc sử dụng từ mã với độ dài lớn hơn độ dài từ mã của tải thông tin ban đầu theo các phương án của sáng chế. Phương án về quy trình ánh xạ và lập mã 2200 được thể hiện trên Fig.22 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE tạo ra I_o bit thông tin ban đầu, ví dụ thông tin HARQ-ACK hoặc RI/CRI (CSI phần 1) 2210. UE thêm $I_{CW} - I_o$ bit có các giá trị định trước vào I_o bit thông tin ban đầu (cũng có thể có dạng kết hợp khác đối với I_o và $I_{CW} - I_o$ bit) để tạo thành từ mã I_{CW} bit 2220. UE ước tính CRC có L bit 2230 dành cho từ mã I_{CW} bit và thêm L bit thành I_{CW} bit 2240. Bộ lập mã 2250, chẳng hạn như bộ lập mã TBCC hoặc bộ lập mã cực, sau đó lập mã $I_{CW} + L$ bit, bộ điều biến 2260 điều biến các bit được lập mã, bộ ánh xạ SC

2270 ánh xạ các ký hiệu điều biến được lập mã lên các SC và bộ truyền 2280 truyền các tín hiệu kết quả.

Fig.23 là hình vẽ thể hiện về quy trình giải ánh xạ và giải mã 2300 làm ví dụ dành cho tải thông tin ban đầu thông qua việc sử dụng từ mã với độ dài lớn hơn độ dài từ mã của tải thông tin ban đầu theo các phương án của sáng chế. Phương án về quy trình giải ánh xạ và giải mã 2300 được thể hiện trên Fig.23 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Bộ thu gNB 2310 thu tín hiệu, bộ giải ánh xạ 2320 giải ánh xạ các ký hiệu điều biến được mã hóa, bộ giải điều biến 2330 giải điều biến các ký hiệu được thu đã được điều biến để cung cấp các bit thông tin được mã hóa, và bộ giải mã 2340 giải mã các bit thông tin được mã hóa để cung cấp $I_{CW} + L$ bit từ mã được ước lượng và bit CRC. Bộ tách CRC 2350 tách I_{CW} bit đối với từ mã và L bit đối với CRC. I_{CW} bit được cung cấp cho bộ tách thông tin (bộ điều khiển) 2370 mà tách I_o bit thông tin ban đầu 2380. Bộ thu có thể xác định việc có hay không từ mã được giải mã chính xác bằng cách thực hiện kiểm tra CRC 2390 hoặc kiểm tra các giá trị đối với $I_{CW} - I_o$ bit 2395. Khi kiểm tra CRC là dương hoặc các giá trị của $I_{CW} - I_o$ bit là các giá trị định trước, thì bộ thu có thể coi như I_o bit là hợp lệ; ngược lại, bộ thu có thể coi như I_o bit là không hợp lệ.

Khi giá trị I_o đủ nhỏ hơn so với giá trị I_{CW} , ví dụ $I_o = 2$ và $I_{CW} = 12$, thì có thể tránh bao gồm các bit CRC bổ sung trong từ mã được lập mã khi có $I_{CW} - I_o = 10$ bit có các giá trị định trước dành cho bộ thu để kiểm tra để xác định bộ thu có giải mã chính xác từ mã I_{CW} bit hay không. Ví dụ, khi việc giải mã thực tế không chính xác và các bit lỗi là ngẫu nhiên, thì xác suất mà $I_{CW} - I_o$ bit được giải mã giống như $I_{CW} - I_o$ bit định trước là $1/2^{(I_{CW} - I_o)}$ hoặc, đối với $I_{CW} - I_o = 10$, thì xác suất là $1/1024$. Đối với BLER từ mã tương đối nhỏ, ví dụ 1%, thì lớp bảo vệ bổ sung được cung cấp bằng cách kiểm tra các giá trị có $I_{CW} - I_o$ bit được giải mã dựa vào các giá trị định trước có $I_{CW} - I_o$ bit là đủ vì BLER từ mã tương đối nhỏ còn chia tỷ lệ quyết định bộ thu không chính xác bởi hệ số $1/2^{(I_{CW} - I_o)}$. Khi giá trị I_o không đủ nhỏ hơn so với giá trị I_{CW} , ví dụ $I_o = 8$ và $I_{CW} = 12$, thì các bit CRC có thể được thêm vào từ mã được lập mã. Số lượng các bit CRC có thể được định trước, ví dụ $L = 8$, hoặc có thể phụ thuộc vào giá trị $I_{CW} - I_o$ chẳng hạn như ví dụ, $L = 4$ đối với $3 < I_{CW} - I_o \leq 7$ và $L = 8$ đối với $0 < I_{CW} - I_o \leq 3$ (và $L = 0$ đối với $7 < I_{CW} - I_o \leq 11$).

Theo một số phương án, việc lập lịch truyền dẫn bởi gNB dành cho một hoặc

nhiều từ mã HARQ-ACK từ UE được xem xét.

Khía cạnh thứ nhất để lập lịch truyền dẫn từ mã HARQ-ACK là để xác định báo hiệu để chỉ báo việc lập lịch như vậy từ gNB tới UE. Báo hiệu có thể là báo hiệu rõ ràng hoặc ngầm. Ví dụ, báo hiệu rõ ràng có thể bằng cách bao gồm trường “yêu cầu báo cáo HARQ-ACK” trong một trong hai hoặc là cả hai định dạng DL DCI và định dạng UL DCI mà UE được tạo cấu hình để giải mã. Khi kích thước từ mã HARQ-ACK được định trước, chẳng hạn như một kích thước tương ứng với HARQ-ACK dành cho tất cả quy trình HARQ, thì trường “báo cáo HARQ-ACK” có thể bao gồm 1 phần tử nhị phân trong đó, ví dụ, UE truyền từ mã HARQ-ACK khi giá trị trường “yêu cầu báo cáo HARQ-ACK” bằng “0” và UE không truyền từ mã HARQ-ACK khi giá trị trường “yêu cầu báo cáo HARQ-ACK” bằng “1”. Báo hiệu ngầm có thể bằng cách dành riêng trạng thái của trường khác trong định dạng DCI để chỉ báo lập lịch từ mã HARQ-ACK. Ví dụ, khi truyền dẫn DMRS sử dụng chuỗi ZC, thì một trường trong định dạng DCI chỉ báo giá trị dịch vòng có thể có giá trị được dành riêng để chỉ báo lập lịch từ mã HARQ-ACK và trong trường hợp đó giá trị dịch vòng có thể là giá trị mặc định chẳng hạn như giá trị không.

Khi độ chia tăng lên đối với số lượng các quy trình HARQ có báo cáo HARQ-ACK là cần thiết, thì trường “yêu cầu báo cáo HARQ-ACK” có thể có số lượng bit lớn hơn, chẳng hạn như hai bit, trong đó trạng thái “00” có thể chỉ báo không có truyền dẫn từ mã HARQ-ACK, và trạng thái “01”, “10”, hoặc “11” có thể lần lượt chỉ báo truyền dẫn tập thứ nhất, tập thứ hai, hoặc tập thứ ba của các quy trình HARQ dành cho tế bào đang phục vụ được liên kết với truyền dẫn định dạng DCI. Tập thứ nhất, tập thứ hai, và tập thứ ba có thể được tạo cấu hình cho UE bởi gNB đang phục vụ thông qua báo hiệu lớp cao hơn. Khi UE được tạo cấu hình để hoạt động với sự cộng gộp sóng mang DL, thì các quy trình HARQ có thể là các quy trình được liên kết với tế bào truyền dẫn PDSCH được lập lịch từ định dạng DL DCI mà bao gồm trường “yêu cầu báo cáo HARQ-ACK”.

Khía cạnh thứ hai để lập lịch truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK. Từ mã HARQ-ACK được lập lịch để truyền dẫn từ UE giống như từ mã HARQ-ACK UE được truyền ở khe trước đó. Khe trước đó sớm nhất có thể được xác định trong chức năng hệ thống, chẳng hạn như ví dụ khe mà có hai khe trước khe lập lịch từ mã HARQ-ACK này, hoặc có thể được tạo cấu hình từ gNB cho UE. Lúc đó, việc truyền dẫn từ mã

HARQ-ACK là việc truyền dẫn lại cùng từ mã HARQ-ACK có cùng nội dung như truyền dẫn khởi tạo của từ mã HARQ-ACK. Điều này cho phép gNB áp dụng kết hợp mềm trên các ký hiệu từ mã HARQ-ACK được lập mã trước khi giải mã, tương tự gNB áp dụng kết hợp mềm dành cho việc truyền dẫn lại HARQ của thông tin dữ liệu được lập mã.

Định dạng DCI có thể bao gồm trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” để chỉ báo từ mã HARQ-ACK, từ số lượng các từ mã HARQ-ACK, UE được truyền trong các khe trước đó. Ví dụ, trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” có thể bao gồm hai bit trong đó các giá trị “00”, “01”, “10” và “11” lần lượt có thể chỉ báo việc truyền dẫn lại của các từ mã HARQ-ACK cuối thứ tư, hoặc cuối thứ ba, hoặc cuối thứ hai, hoặc cuối được truyền bởi UE. Cũng có thể đối với trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” để chỉ báo việc truyền dẫn nhiều từ mã HARQ-ACK. Ví dụ, trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” có thể bao gồm hai bit trong đó các giá trị “00”, “01”, “10” và “11” có thể lần lượt chỉ báo việc truyền dẫn lại của các từ mã HARQ-ACK cuối thứ ba, hoặc cuối thứ hai, hoặc cuối, hoặc toàn bộ các từ mã trong số các từ mã HARQ-ACK cuối thứ ba, cuối thứ hai, và cuối được truyền bởi UE. Để cho phép kết hợp mềm ở gNB với truyền dẫn trước đó dành cho từ mã HARQ-ACK, khi UE truyền đồng thời nhiều từ mã HARQ-ACK, thì UE lập mã riêng biệt nhiều từ mã HARQ-ACK.

Trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” cũng có thể hoạt động như trường “báo cáo HARQ-ACK” bằng cách dành riêng một trạng thái để chỉ báo không kích hoạt truyền dẫn từ mã HARQ-ACK. Ví dụ, trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” có thể bao gồm hai bit trong đó các giá trị “01”, “10”, và “11” có thể lần lượt chỉ báo việc truyền dẫn lại các từ mã HARQ-ACK cuối thứ ba, hoặc cuối thứ hai, hoặc cuối được truyền bởi UE trong khi giá trị “00” có thể chỉ báo không truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK. Nhiều trạng thái hơn có thể được dành riêng khi từ mã HARQ-ACK thường không bao gồm thông tin HARQ-ACK dành cho tất cả các quy trình HARQ. Khi trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” được chứa trong định dạng UL DCI, thì UE có thể dồn kênh từ mã HARQ-ACK trong truyền dẫn PUSCH được liên kết. Truyền dẫn PUSCH có thể bao gồm khối vận chuyển dữ liệu hoặc không bao gồm khối vận chuyển dữ liệu và sự chỉ báo tương ứng có thể là chỉ báo rõ ràng, thông qua trường tương ứng trong định dạng UL DCI, hoặc là chỉ báo ngầm bằng cách sử dụng các giá trị định trước cho một hoặc nhiều trường định trước trong định dạng UL DCI.

Ví dụ, khi trường “báo cáo HARQ-ACK” được chứa trong định dạng UL DCI, thì trường “báo cáo HARQ-ACK” có thể hoạt động như bộ chỉ báo rõ ràng mà truyền dẫn PUSCH được liên kết không bao gồm thông tin dữ liệu. Ngược lại, trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” bổ sung rõ ràng trong định dạng DL DCI hoặc định dạng UL DCI có thể được bỏ qua khi định dạng DL DCI hoặc định dạng UL DCI không lập lịch truyền dẫn dữ liệu từ UE khi trường “báo cáo HARQ-ACK” chỉ báo truyền dẫn từ mã HARQ-ACK. Lúc đó, một hoặc nhiều trường hiện có khác trong định dạng DL DCI hoặc định dạng UL DCI, chẳng hạn như ví dụ trường số quy trình HARQ, có thể được diễn giải lại và có chức năng như trường “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK”.

Fig.24 là hình vẽ thể hiện hoạt động lập lịch 2400 làm ví dụ dành cho việc truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK theo các phương án của sáng chế. Phương án về hoạt động lập lịch 2400 được thể hiện trên Fig.24 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE phát hiện định dạng DCI có giá trị “bộ chỉ báo từ mã HARQ-ACK” chỉ báo việc truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK được truyền trong khe cuối thứ hai 2410. Mặc dù UE truyền từ mã HARQ-ACK trong các khe 0 2420, 2 2422, 4 2424, và 6 926, thì khe cuối thứ hai là khe 2, và không phải khe 4, vì khe 6 không có ít nhất hai khe (được quy định trong chức năng hệ thống được tạo cấu hình cho UE) trước khe 7 2418 mà UE phát hiện định dạng DCI. Khi phát hiện định dạng DCI, thì UE truyền lại trong khe sau từ mã HARQ-ACK mà UE được truyền trong khe cuối thứ hai (khe 2) 2430.

Khía cạnh thứ ba để lập lịch truyền dẫn từ mã HARQ-ACK từ UE là để xác định các tài nguyên và định thời truyền dẫn tương ứng. Khi việc truyền dẫn từ mã HARQ-ACK được kích hoạt bởi định dạng UL DCI, có hoặc không có thông tin dữ liệu được dồn kênh, thì định thời truyền dẫn và các tài nguyên dành cho từ mã HARQ-ACK là những thông tin mà định dạng UL DCI chỉ báo để truyền dẫn PUSCH. Khi việc truyền dẫn từ mã HARQ-ACK được kích hoạt bởi định dạng DL DCI, thì các trường của định dạng DL DCI chỉ báo định thời truyền dẫn và các tài nguyên được liên kết có thể được diễn giải lại bởi UE để hoạt động như các trường tương ứng của định dạng UL DCI. Khi trường định thời truyền dẫn hoặc trường phân bổ tài nguyên trong định dạng DL DCI không giống như trường tương ứng trong định dạng UL DCI, thì việc điều chỉnh bổ sung có thể được thực hiện bằng cách làm giảm số lượng các bit dành cho trường này hoặc bằng cách làm tăng số lượng các bit dành cho trường này sử dụng các bit từ các trường

khác trong định dạng DL DCI mà không cần thiết dành cho việc truyền dẫn từ mã HARQ-ACK.

Theo một số phương án, cơ chế báo hiệu cho phép hỗ trợ thông tin HARQ-ACK tương ứng với việc phát hiện chính xác hoặc không chính xác các nhóm khối mã được xem xét theo sáng chế.

Thông tin HARQ-ACK có thể được định cỡ với độ chia mịn hơn so với mỗi TB và có thể tương ứng với nhóm các khối mã hóa dữ liệu trong khối vận chuyển dữ liệu dành cho quy trình HARQ tương ứng.

Theo một ví dụ, số lượng các khối mã hóa (dữ liệu) trên mỗi khối vận chuyển (dữ liệu), N_{CB}^{TB} , có thể được xác định như $N_{CB}^{TB} = \lceil TBS/CBS_{max} \rceil$ trong đó TBS là kích thước TB tính theo bit và CBS_{max} là kích thước CB tối đa định trước tính theo bit. Số lượng tối đa của các CB trên mỗi nhóm của các CB (nhóm CB hoặc CBG), N_{CB}^{CBG} có thể được tạo cấu hình cho UE bởi gNB. Vì kích thước TB có thể thay đổi để truyền dẫn PDSCH trong các khe khác nhau hoặc tế bào khác nhau, nên số lượng CBG trên mỗi TB cũng có thể thay đổi và do đó số lượng các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB cũng có thể thay đổi.

Số lượng các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB có thể được xác định như $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB} / N_{CB}^{CBG} \rceil$. Ví dụ, đối với cấu hình $N_{CB}^{CBG} = 4$ CB trên mỗi CBG, thì TB thứ nhất bao gồm $N_{CB}^{TB} = 8$ CB và thông tin HARQ-ACK tương ứng với $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB} / N_{CB}^{CBG} \rceil = 2$ CBG, trong khi TB thứ hai bao gồm $N_{CB}^{TB} = 2$ CB và thông tin HARQ-ACK được cung cấp cho $N_{HARQ-ACK}^{TB} = \lceil N_{CB}^{TB} / N_{CB}^{CBG} \rceil = 1$ CBG (đối với TB thứ hai, có số CB ít hơn so với $N_{CB}^{CBG} = 4$ CB trên mỗi CBG vì chỉ có 2 CB trong TB) (do đó, số lượng các bit HARQ-ACK bị giảm xuống khi số lượng CB nhỏ hơn so với số lượng CB trên mỗi CBG). Khi các TB khác nhau có thể được liên kết với các quy trình HARQ khác nhau và có thể bao gồm số lượng các CBG khác nhau, nên mỗi quy trình HARQ dành cho TB tương ứng có thể được liên kết với số lượng các bit thông tin HARQ-ACK khác nhau mà bằng với số lượng các CBG trong TB.

UE có thể xác định độ dài từ mã HARQ-ACK bằng cách rõ ràng, bởi báo hiệu tương ứng từ gNB, hoặc bằng cách ngầm bởi báo hiệu khác từ gNB. Đối với báo hiệu rõ ràng, thì gNB có thể tạo cấu hình UE có độ dài từ mã HARQ-ACK mà bao gồm

$N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$ bit thông tin HARQ-ACK. Cấu hình có thể bởi báo hiệu lớp cao hơn hoặc thông qua trường trường “độ dài từ mã HARQ-ACK” trong định dạng DCI. Ví dụ, trường “độ dài từ mã HARQ-ACK” có 2 bit có thể chỉ báo độ dài từ mã HARQ-ACK bằng 1, 2, 4, hoặc 8. Cấu hình dành cho độ dài từ mã HARQ-ACK tương đương với cấu hình dành cho số lượng các CBG. Đối với UE được tạo cấu hình có DL CA, thì độ dài từ mã HARQ-ACK có thể được chia tỷ lệ bởi số lượng các tế bào DL được tạo cấu hình hoặc có thể được tạo cấu hình riêng biệt trên mỗi tế bào DL. UE khởi tạo từ mã HARQ-ACK có các giá trị ‘NACK’, chẳng hạn như các số không nhị phân, và sau đó nằm ở từ mã HARQ-ACK với các giá trị HARQ-ACK thực tế dựa trên các kết quả giải mã dành cho các CB dữ liệu. Do đó, đối với một tế bào, khi $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} < N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$, thì $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} - N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$ bit có giá trị ‘NACK’.

Đối với báo hiệu ngầm, thì UE xác định độ dài từ mã HARQ-ACK sau khi phát hiện định dạng DL DCI. Định dạng DL DCI có thể bao gồm trường “bộ đếm CBG” mà chỉ báo số lượng CBG mà trong đó số lượng các CBG tăng liên tục trước hết trong TB và sau đó trên các TB dựa trên bậc tăng dần của chỉ số khe hoặc chỉ số tế bào DL được liên kết với việc truyền dẫn TB. Vì có thể có nhiều CBG trên mỗi TB và vì UE có thể không phát hiện được số lượng định dạng DL DCI lập lịch truyền dẫn các TB trong các khe hoặc các tế bào DL có các chỉ số liên tiếp lúc đó, để UE có thể nhận dạng sự kiện như vậy, thì trường bộ đếm CBG cần phải có phạm vi mà có thể nhận dạng rõ ràng số lượng định trước của các CBG mà UE đã không thể thu để UE xác định dạng sắp xếp chính xác của các bit thông tin HARQ-ACK trong từ mã HARQ-ACK.

Theo ví dụ khác, gNB có thể tạo cấu hình cho UE số lượng tối đa các CBG trên mỗi TB, hoặc tương đương số lượng tối đa $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ của các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB ($N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}} = N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$ trong trường hợp một khe). Cấu hình $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ có thể riêng biệt trên mỗi tế bào. Lúc đó, trường bộ đếm CBG yêu cầu $\lceil \log_2(N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}) \rceil$ bit để cho phép UE xác định dạng sắp xếp chính xác của các bit thông tin HARQ-ACK trong từ mã HARQ-ACK khi UE không thể phát hiện lên tới $N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}}$ định dạng DCI lập lịch truyền dẫn các TB trong các khe hoặc các tế bào DL có các chỉ số liên tiếp. Giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ (số lượng các CBG trên mỗi TB) có thể được tạo cấu hình cho UE bởi các lớp cao hơn hoặc có thể được quy định trong chức năng hệ

thông. Vì gNB không có khả năng yêu cầu số lượng tối đa $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ của các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB đối với $N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}}$ TB được lập lịch trong các khe hoặc các tế bào DL có chỉ số liên tiếp, nên chỉ số bộ đếm CBG có thể nhận dạng số lượng tối đa theo thống kê các CBG, $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{serial TBs, max}}$, trong nhiều TB được lập lịch trong các khe hoặc các tế bào DL có chỉ số liên tiếp và yêu cầu $\lceil \log_2(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{serial TBs, max}}) \rceil$ bit. gNB có thể tạo cấu hình cho UE số lượng $\lceil \log_2(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{serial TBs, max}}) \rceil$ bit được chứa trong các định dạng DCI.

Bất kể cách tiếp cận nào để xác định số lượng các bit dành cho trường bộ đếm CBG, thì số lượng các bit này cần phải lớn hơn so với số lượng các bit trong trường chỉ số gán DL (DL Assignment Index, DAI) được sử dụng để nhận dạng $N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}}$ định dạng DCI khi thông tin HARQ-ACK được cung cấp trên mỗi TB và không được cung cấp trên mỗi CBG. Ví dụ, đối với $N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}} = 4$ và $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}} = 8$, trường DAI yêu cầu hai bit trong khi trường chỉ số bộ đếm CBG yêu cầu $\lceil \log_2(N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}) \rceil = 5$ bit. Ngay cả khi số lượng các bit thông tin HARQ-ACK liên tiếp mà tương ứng với các CBG mà không được thu bởi UE và có thể nhận dạng được bởi UE bị giảm từ $N_{\text{DCI}}^{\text{misdetect}} \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}} = 32$ tới $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{serial TBs, max}} = 16$, thì trường chỉ số bộ đếm CBG yêu cầu bốn bit.

Số lượng các bit NDI bổ sung trong định dạng DL DCI có thể bằng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}$ để các bit NDI là đơn nhất để nhận dạng các CBG để truyền dẫn lại. Số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}$ bit NDI được chứa trong định dạng DL DCI ngay cả khi có ít hơn so với $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}$ CBG trong khối vận chuyển dữ liệu, tức là khi $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} < N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}$, để duy trì số lượng định trước của các bit NDI mà UE cần phải biết để phát hiện định dạng DL DCI.

Việc bao gồm $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB, max}}$ bit NDI bổ sung có thể được bỏ qua khỏi định dạng DL DCI (và chỉ chứa NDI dành cho khối vận chuyển dữ liệu) khi không có tính không rõ ràng giữa thông tin HARQ-ACK được truyền bởi UE và thông tin HARQ-ACK được phát hiện bởi gNB. Điều này có thể xảy ra khi từ mã HARQ-ACK được truyền bởi UE được bảo vệ với CRC vì trong trường hợp như vậy gNB có thể nhận dạng việc thu chính xác hoặc không chính xác từ mã HARQ-ACK. Khi gNB thu không chính xác từ mã HARQ-ACK, thì gNB có thể chỉ báo truyền dẫn các CBG giống nhau trong PDSCH

thông qua định dạng DL DCI bằng cách (a) không đảo trạng thái bit NDI dành cho TB trong định dạng DL DCI, (b) chỉ báo cùng giá trị dành cho phiên bản dư thừa (Redundancy Version, RV) như trong định dạng DL DCI trước đó lập lịch việc truyền dẫn trước đó của các CBG, và (c) chỉ báo cùng số quy trình HARQ như trong định dạng DL DCI trước đó lập lịch việc truyền dẫn trước đó của các CBG.

Khi UE phát hiện định dạng DL DCI có cùng giá trị NDI dành cho một TB, cùng giá trị RV, và cùng số quy trình HARQ như trong định dạng DL DCI trước đó, thì UE có thể diễn giải rằng định dạng DL DCI lập lịch cùng các CBG như định dạng DL DCI trước đó. Khi gNB thu chính xác từ mã HARQ-ACK, thì gNB có thể chỉ báo truyền dẫn của các CBG mới trong PDSCH thông qua định dạng DL DCI bằng cách (a) không đảo trạng thái bit NDI dành cho TB trong định dạng DL DCI, (b) chỉ báo giá trị tiếp theo dành cho RV như trong định dạng DL DCI trước đó lập lịch việc truyền dẫn trước đó của các CBG, và (c) chỉ báo cùng số quy trình HARQ như trong định dạng DL DCI trước đó lập lịch việc truyền dẫn trước đó của các CBG. Khi không có các CBG yêu cầu truyền dẫn lại, thì gNB có thể lập lịch khối vận chuyển dữ liệu mới dành cho số quy trình HARQ thông qua định dạng DL DCI bằng cách (a) đảo trạng thái bit NDI dành cho TB trong định dạng DL DCI, (b) chỉ báo giá trị thứ nhất dành cho RV trong định dạng DL DCI, và (c) chỉ báo số quy trình HARQ. Các điều kiện trước đó trên giá trị RV cũng có thể được bỏ qua và được để lại cho dạng thực hiện gNB.

Các định dạng UL DCI cũng có thể bao gồm $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ bit NDI bổ sung để chỉ báo các CBG mà UE cần phải truyền lại. gNB có thể tạo cấu hình riêng biệt UE có giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ để truyền dẫn các khối vận chuyển dữ liệu từ gNB tới UE và giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ để truyền dẫn các khối vận chuyển dữ liệu từ UE tới gNB.

Độ dài từ mã HARQ-ACK được tạo cấu hình có lợi cho việc tránh tính không rõ ràng mà có thể xuất hiện khi UE không thể phát hiện ít nhất một định dạng DL DCI được truyền bởi gNB và lập lịch truyền dẫn ít nhất một TB tương ứng tương ứng với ít nhất một khe hoặc tế bào DL có chỉ số lớn hơn so với chỉ số lớn nhất của khe hoặc tế bào DL mà UE thu TB được lập lịch bởi định dạng DL DCI tương ứng mà UE phát hiện và trong đó UE được kỳ vọng truyền thông tin HARQ-ACK trong cùng từ mã HARQ-ACK dành cho các TB này. Vì gNB không thể nhận biết rằng UE đã không thể phát hiện ít nhất một định dạng DL DCI, nên gNB không thể nhận biết rằng UE không bao gồm thông tin

HARQ-ACK dành cho các khối vận chuyển dữ liệu tương ứng trong từ mã HARQ-ACK và do đó, trừ khi gNB tạo cấu hình cho UE độ dài từ mã HARQ-ACK, nếu không gNB và UE coi như có các độ dài khác nhau dành cho từ mã HARQ-ACK.

Định dạng DL DCI lập lịch truyền dẫn của một hoặc nhiều TB cho UE có thể bao gồm trường “vị trí từ mã HARQ-ACK”, được thể hiện bởi $\lceil \log_2(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}) \rceil$ bit, mà chỉ báo vị trí dành cho bit thông tin HARQ-ACK thứ nhất từ số lượng các bit thông tin HARQ-ACK mà UE tạo ra nhằm đáp lại việc thu các TB được lập lịch bởi định dạng DL DCI. Trường “vị trí từ mã HARQ-ACK” cung cấp chức năng tương tự như trường “bộ đếm CBG” và định dạng DL DCI có thể bao gồm một trong số hai trường này.

Theo ví dụ khác, số lượng các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB, $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ có thể được báo hiệu trong định dạng DL DCI bởi trường “số lượng các bit thông tin HARQ-ACK” tương ứng. Khi cùng một định dạng DL DCI lập lịch truyền dẫn nhiều TB trong nhiều khe, thì cùng giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ có thể áp dụng trên mỗi TB khi DL DCI không bao gồm trường bộ đếm CBG. Việc báo hiệu giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ trong định dạng DL DCI có thể có lợi khi từ mã HARQ-ACK kích thước $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$ (hoặc $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ trên mỗi khe) được tạo cấu hình trước khi báo hiệu này cho phép bộ lập lịch gNB lập lịch truyền dẫn dành cho số lượng các TB khác nhau và với các kích thước TB khác nhau ở các thời điểm khác nhau. Do đó, việc báo hiệu giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ trong định dạng DL DCI có thể áp dụng khi từ mã HARQ-ACK bao gồm các bit CRC khi không cần bao gồm trường $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ trong định dạng DL DCI và do đó có thể có giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ được xác định động mà không có kích thước thay đổi đối với định dạng DL DCI. Ví dụ, đối với $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} = 10$, khi gNB lập lịch truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trên mỗi tế bào trong số $N_{\text{Cells}}^{\text{DL}} = 10$ tế bào trong một khe, giả định cùng kích thước TB trên mỗi tế bào cho đơn giản, thì gNB có thể thiết lập $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = 1$ trong khi gNB lập lịch truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trên mỗi tế bào trong số $N_{\text{Cells}}^{\text{DL}} = 5$ tế bào trong một khe, thì gNB có thể thiết lập $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = 2$. Nói chung, các định dạng DL DCI lập lịch các khối vận chuyển dữ liệu khác nhau có thể chỉ báo giá trị khác nhau dành cho giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ vì các kích thước TB tương ứng có thể khác nhau. gNB có thể thiết lập giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ trong mỗi định dạng DL DCI sao cho tổng số lượng các bit HARQ-ACK tương ứng nhỏ

hơn hoặc bằng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}}$.

Giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$, hoặc tương đương với số lượng các CBG trên mỗi TB, xác định số lượng các CB trên mỗi CBG, $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}}$, khi $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ đối với $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu (hoặc cuối) và khi $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ đối với $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối (hoặc đầu). UE có thể kỳ vọng rằng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \leq N_{\text{CB}}^{\text{TB}}$, tức là $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$. Khi UE phát hiện chính xác tất cả các khối mã hóa dữ liệu trong một CBG, thì UE tạo ra giá trị ACK (số một nhị phân); ngược lại, UE tạo ra giá trị NACK. Do đó, định dạng DL DCI có thể chỉ báo số lượng các CBG trên mỗi TB và vị trí dành cho các bit thông tin HARQ-ACK được liên kết trong từ mã HARQ-ACK.

Fig.25 là hình vẽ thể hiện hoạt động phân chia thích nghi làm ví dụ của khối mã hóa dữ liệu 2500 thành các nhóm khối mã dữ liệu và việc tạo ra thích nghi tương ứng từ mã HARQ-ACK có chiều dài định trước theo các phương án của sáng chế. Phương án phân chia thích nghi khối mã dữ liệu 2500 được thể hiện trên Fig.25 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE phát hiện định dạng DL DCI thứ nhất được truyền từ gNB và lập lịch trong khe thứ nhất hoặc trên tế bào thứ nhất việc thu TB thứ nhất dành cho quy trình HARQ thứ nhất và chỉ báo việc tạo ra $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB1}} = 4$ bit thông tin HARQ-ACK từ UE và phần tử thứ nhất trong từ mã HARQ-ACK như vị trí bắt đầu đối với sự bố trí liên tiếp ($\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 4$) bit thông tin HARQ-ACK. UE phân chia các CB của khối vận chuyển dữ liệu thứ nhất thành bốn CBG 2510, tạo ra bốn bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với giá trị “ACK” (A) hoặc giá trị “NACK” (N), và bố trí chúng như bốn phần tử thứ nhất trong từ mã HARQ-ACK 2515.

UE không thể phát hiện định dạng DL DCI thứ hai được truyền từ gNB và lập lịch trong khe thứ hai hoặc trên tế bào thứ hai việc thu TB thứ hai dành cho quy trình HARQ thứ hai và chỉ báo việc tạo ra $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB2}} = 2$ bit thông tin HARQ-ACK từ UE và phần tử thứ năm trong từ mã HARQ-ACK như vị trí bắt đầu đối với sự bố trí liên tiếp ($\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 2$) bit thông tin HARQ-ACK. Định dạng DCI thứ hai chỉ báo sự phân chia dành cho các CB của khối vận chuyển dữ liệu thứ hai thành hai CBG 2520 và

việc tạo ra hai bit thông tin HARQ-ACK tương ứng với sự bố trí ở các phần tử thứ năm và thứ sáu trong từ mã HARQ-ACK 2525.

UE phát hiện định dạng DL DCI thứ ba được truyền từ gNB lập lịch trong khe thứ ba hoặc trên tế bào thứ ba việc thu TB thứ ba dành cho quy trình HARQ thứ ba và chỉ báo việc tạo ra $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}3} = 2$ bit thông tin HARQ-ACK từ UE và phần tử thứ bảy trong từ mã HARQ-ACK như vị trí bắt đầu đối với sự bố trí liên tiếp ($\min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}}) = 2$) bit thông tin HARQ-ACK. UE chia các CB của khối vận chuyển dữ liệu thứ ba thành hai CBG 2530, tạo ra hai bit thông tin HARQ-ACK tương ứng và bố trí chúng như các phần tử thứ bảy và thứ tám trong từ mã HARQ-ACK 2535. Khi UE được tạo cấu hình từ mã HARQ-ACK có độ dài $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} > 8$ bit, ví dụ $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} = 3 \cdot N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}} = 12$, thì UE thiết lập giá trị của $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{CW}} - 8$ bit cuối còn lại thành giá trị “NACK” (số không nhị phân) và truyền từ mã HARQ-ACK.

Fig.26 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối bộ thu 2600 làm ví dụ dành cho thông tin dữ liệu và UCI trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án của sơ đồ khối bộ thu 2600 được thể hiện trên Fig.26 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE phát hiện định dạng DL DCI và xác định kích thước TB, ví dụ từ trường phân bổ tài nguyên và từ trường MCS để xác định số lượng $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho TB, ví dụ, từ trường số lượng bit thông tin HARQ-ACK hoặc từ cấu hình lớp cao hơn có giá trị $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}$ 2610. Từ kích thước TB, thì UE xác định số lượng các CB, ví dụ khi $N_{\text{CB}}^{\text{TB}} = \lceil \text{TBS} / \text{CBS}_{\text{max}} \rceil$ trong đó TBS là kích thước TB tính theo bit và CBS_{max} là kích thước CB tối đa định trước tính theo bit, và số lượng CBG là $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}}$ ($N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} = \min(N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB,max}}, N_{\text{CB}}^{\text{TB}})$) 2620.

UE xác định $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lceil N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rceil$ CB trên mỗi CBG dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu 2630 và xác định $N_{\text{CB}}^{\text{CBG}} = \lfloor N_{\text{CB}}^{\text{TB}} / N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} \rfloor$ CB trên mỗi CBG dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối 2635. UE tạo ra $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $\text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG đầu (hoặc cuối) 1140 và tạo ra $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ bit thông tin HARQ-ACK dành cho $N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}} - \text{mod}(N_{\text{CB}}^{\text{TB}}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{\text{TB}})$ CBG cuối (hoặc đầu) 2645. Cuối

cùng, UE phân bổ nối tiếp $\text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{TB})$ bit thông tin HARQ-ACK được tiếp nối bởi $N_{\text{HARQ-ACK}}^{TB} - \text{mod}(N_{CB}^{TB}, N_{\text{HARQ-ACK}}^{TB})$ bit thông tin HARQ-ACK trong từ mã HARQ-ACK.

Khi độ dài từ mã HARQ-ACK được xác định động từ báo hiệu trong các định dạng DL DCI được liên kết, thì tính không rõ ràng đối với độ dài từ mã HARQ-ACK có thể xảy ra khi UE không thể xác định ít nhất một định dạng DL DCI được truyền bởi gNB và việc lập lịch tương ứng truyền dẫn của ít nhất một TB trong ít nhất một khe hoặc tế bào DL có chỉ số lớn hơn so với chỉ số lớn nhất của khe hoặc tế bào DL mà trong đó UE thu TB được lập lịch bởi định dạng DL DCI mà UE phát hiện và trong đó UE được kỳ vọng để truyền thông tin HARQ-ACK trong cùng từ mã HARQ-ACK dành cho các TB. Khi gNB không thể nhận biết rằng UE không thể phát hiện ít nhất một định dạng DL DCI, thì gNB không thể nhận biết rằng UE không bao gồm thông tin HARQ-ACK dành cho các khối vận chuyển dữ liệu tương ứng trong từ mã HARQ-ACK và do đó gNB và UE coi như có độ dài khác nhau dành cho từ mã HARQ-ACK này.

gNB có thể phân giải việc này bằng cách giải mã từ mã HARQ-ACK theo nhiều giả thiết dành cho độ dài từ mã HARQ-ACK, ví dụ theo $N_{DCI}^{\text{misdetect}} + 1$ giả thiết, trong đó mỗi giả thiết tương ứng với việc UE không thể phát hiện số lượng các định dạng DL DCI ví dụ, 0, 1, ..., $N_{DCI}^{\text{misdetect}} - 1$ định dạng DL DCI. Cấu hình ngầm của độ dài từ mã HARQ-ACK có thể có lợi trong việc tránh thông tin dư thừa trong từ mã HARQ-ACK, dẫn đến độ tin cậy thu tăng lên, hoặc nhiều liên tế bào giảm xuống, hoặc mức tiêu hao tài nguyên giảm xuống. Ngoài ra, khi UE truyền HARQ-ACK dành cho các CBG thay vì các TB, thì cấu hình ngầm của độ dài từ mã HARQ-ACK có thể cho phép gNB gần như chọn tùy ý số lượng các bit thông tin HARQ-ACK trên mỗi TB khi lập lịch cho tiến độ của UE trên các khe vì gNB không bị hạn chế bởi độ dài từ mã HARQ-ACK định trước.

Theo một số phương án, việc điều chỉnh tốc độ mã dành cho các khối vận chuyển dữ liệu hoặc các khối mã hóa dữ liệu được xem xét khi UCI chẳng hạn như HARQ-ACK được dồn kênh với dữ liệu trong truyền dẫn PUSCH.

Khi UCI được dồn kênh trong truyền dẫn PUSCH, thì tốc độ mã hóa dữ liệu hiệu quả được tăng lên khi một số SC (hoặc RE) được sử dụng để truyền dẫn UCI và không khả dụng để truyền dẫn dữ liệu. Khi định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn của một khối vận chuyển dữ liệu từ UE, thì bộ lập lịch gNB có thể tính độ tăng lên theo tốc độ mã hóa

hiệu quả dành cho khối vận chuyển dữ liệu bằng cách chỉ báo cho UE MCS thấp hơn so với cần thiết để đạt được BLER mục tiêu dành cho khối vận chuyển dữ liệu này khi không dồn kênh UCI và sự định cỡ quá mức theo số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI (do MCS thấp) có thể được giảm xuống bằng cách điều chỉnh giá trị $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ tương ứng thông qua định dạng UL DCI.

Khi định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn nhiều khối vận chuyển dữ liệu từ UE trên nhiều khe, thì định dạng UL DCI cần phải chỉ báo riêng biệt giá trị MCS dành cho việc truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH mà không dồn kênh UCI và giá trị MCS dành cho việc truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH có dồn kênh UCI, hoặc chỉ báo một giá trị MCS, ví dụ dựa vào việc truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH mà không dồn kênh UCI, và UE có thể điều chỉnh giá trị MCS (hoặc giá trị TBS) dành cho việc truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH có dồn kênh UCI dựa trên số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trong PUSCH đó. Cách tiếp cận trước đó cung cấp cách xử lý mạnh mẽ với phí tổn là việc tăng kích thước của định dạng UL DCI để cung cấp nhiều trường MCS.

Cách tiếp cận sau có thể tránh được nhược điểm của cách tiếp cận trước bằng cách thiết lập cơ cấu để điều chỉnh giá trị MCS, hoặc kích thước khối vận chuyển dữ liệu, hoặc công suất truyền dẫn dành cho việc truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH có dồn kênh UCI. Một cách thay thế là phân bổ việc truyền dẫn các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trên nhiều khe, đối với việc bị thiệt về độ trễ UCI được liên kết, và lúc đó giá trị MCS được chỉ báo bởi định dạng UL DCI có thể áp dụng được để truyền dẫn thông tin dữ liệu trong tất cả các khe.

Giá trị MCS để truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu trong PUSCH có dồn kênh UCI có thể được điều chỉnh bằng cách điều chỉnh tốc độ mã được liên kết. Bảng 2 thể hiện dạng liên kết làm ví dụ của chỉ số MCS trong định dạng UL DCI với bậc điều biến, chỉ số TBS, và tốc độ mã. Việc ánh xạ chỉ số TBS thành TBS thực tế có thể được cung cấp bởi bảng riêng biệt cũng xét đến số lượng các RB và các ký hiệu khe để truyền dẫn PUSCH.

Bảng 2. Ánh xạ chỉ số MCS thành bậc điều biến, chỉ số TBS, và tốc độ mã

Chỉ số MCS	Bậc điều biến	Chỉ số TBS	Tốc độ mã
0	2	0	0,1019
1	2	1	0,1236
2	2	2	0,1538
3	2	3	0,2051
4	2	4	0,2507
5	2	5	0,3101
6	2	6	0,3638
7	2	7	0,4289
8	2	8	0,4882
9	2	9	0,5534
10	2	10	0,6152
11	4	10	0,3096
12	4	11	0,3582
13	4	12	0,4024
14	4	13	0,4590
15	4	14	0,5013
16	4	15	0,5355
17	4	16	0,5688
18	4	17	0,6311
19	4	18	0,6921
20	4	19	0,7520
21	6	19	0,5013
22	6	20	0,5420
23	6	21	0,5851
24	6	22	0,6283
25	6	23	0,6689
26	6	24	0,7104
27	6	25	0,7406
28	6	26	0,8743

UE có thể xác định (định dạng UL DCI được liên kết) tổng số lượng các SC khả dụng để truyền dẫn dữ liệu trong trường hợp không dồn kênh UCI, $Q_{\text{Data}}^{\text{w/o UCI}}$, tổng số lượng các SC được sử dụng để dồn kênh UCI, Q_{UCI} , dựa trên tải UCI và $\beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}}$ giá trị được liên kết, và sau đó xác định số lượng các SC khả dụng còn lại để truyền dẫn dữ liệu sau khi dồn kênh UCI $Q_{\text{Data}}^{\text{w UCI}} = Q_{\text{Data}}^{\text{w/o UCI}} - Q_{\text{UCI}}$. Tốc độ mã hóa hiệu quả tăng lên theo hệ số $f = Q_{\text{Data}}^{\text{w/o UCI}} / Q_{\text{Data}}^{\text{w UCI}}$. Để bù lại mức tăng này, thì UE có thể giảm tốc độ mã, $r_{\text{MCS}}^{\text{DCI}}$, tương ứng với chỉ số MCS được báo hiệu trong định dạng UL DCI theo hệ số $f = Q_{\text{Data}}^{\text{w/o UCI}} / Q_{\text{Data}}^{\text{w UCI}}$ và xác định chỉ số MCS được điều chỉnh thông qua tốc độ mã $r_{\text{MCS}}^{\text{new}}$

tương ứng mà là tốc độ mã lớn nhất ánh xạ thành chỉ số MCS mà nhỏ hơn hoặc bằng $r_{MCS}^{adjust} = \left(Q_{Data}^{w/UCI} / Q_{Data}^{w/o UCI} \right) \cdot r_{MCS}^{DCI}$. Nguyên lý tương tự có thể áp dụng chung để truyền dẫn khối vận chuyển dữ liệu khi một số lượng các SC không được sử dụng để truyền dẫn thông tin dữ liệu.

Ví dụ, khi định dạng UL DCI báo hiệu chỉ số MCS 18 tương ứng với tốc độ mã $r_{MCS}^{DCI} = 0,6311$ và $Q_{Data}^{w/UCI} / Q_{Data}^{w/o UCI} = 0,8$, thì UE xác định $r_{MCS}^{adjust} = \left(Q_{Data}^{w/UCI} / Q_{Data}^{w/o UCI} \right) \cdot r_{MCS}^{DCI} = 0,8 \cdot 0,6311 = 0,5049$ và sau đó xác định MCS được điều chỉnh với chỉ số 15 mà tương ứng với tốc độ mã $r_{MCS}^{new} = 0,5013$ là tốc độ mã lớn nhất trong bảng ánh xạ mà nhỏ hơn 0,5049. Ví dụ, khi định dạng UL DCI báo hiệu chỉ số MCS 12 tương ứng với tốc độ mã $r_{MCS}^{DCI} = 0,3532$ và $Q_{Data}^{w/UCI} / Q_{Data}^{w/o UCI} = 0,6$, thì UE xác định $r_{MCS}^{adjust} = \left(Q_{Data}^{w/UCI} / Q_{Data}^{w/o UCI} \right) \cdot r_{MCS}^{DCI} = 0,6 \cdot 0,3532 = 0,2119$ và sau đó xác định MCS được điều chỉnh với chỉ số 3 mà tương ứng với tốc độ mã 0,2043. Trong ví dụ thứ nhất chỉ tốc độ mã được điều chỉnh trong khi trong ví dụ thứ hai cả bậc điều biến và tốc độ mã được điều chỉnh. Ngoài việc dồn kênh UCI, thì tốc độ mã để truyền dẫn dữ liệu trong PUSCH cũng có thể được điều chỉnh để dồn kênh SRS, nếu có, theo cách thức tương tự bằng cách giảm các SC được sử dụng để truyền dẫn SRS từ các SC khả dụng để truyền dẫn dữ liệu trong một khe.

Fig.27 là hình vẽ thể hiện quy trình 2700 làm ví dụ dành cho UE điều chỉnh chỉ số MCS được báo hiệu trong định dạng UL DCI và xác định chỉ số MCS được điều chỉnh để tính mức tăng tốc độ mã do dồn kênh UCI theo các phương án của sáng chế. Phương án về quy trình 2700 được thể hiện trên Fig.27 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE phát hiện định dạng UL DCI bao gồm trường MCS có giá trị thứ nhất $I_{MCS,1}$, ví dụ dựa trên bảng ánh xạ định trước, UE xác định tốc độ mã thứ nhất r_{MCS}^{DCI} để truyền dẫn dữ liệu trong PUSCH 2710. UE cũng xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI và số lượng tương ứng các SC để dồn kênh số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI trong PUSCH 2720. Việc xác định bởi UE để dồn kênh UCI trong PUSCH có thể theo trường được liên kết trong định dạng UL DCI hoặc theo cấu hình lớp cao hơn cho UE để dồn kênh UCI trong PUSCH khi UE truyền UCI trong khe giống như khe để truyền dẫn PUSCH.

Dựa trên số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI và dựa trên số lượng các SC khả dụng để truyền dẫn dữ liệu mà không dồn kênh UCI, thì UE xác định hệ số tăng tốc độ mã hóa dữ liệu f do dồn kênh UCI làm giảm số lượng các SC khả dụng mà có thể được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu 2730. Sau đó, UE xác định tốc độ mã kết quả r_{MCS}^{adjust} để truyền dẫn dữ liệu, sau khi loại trừ các SC được sử dụng để dồn kênh UCI, là $r_{MCS}^{adjust} = r_{MCS}^{DCI} / f$ 2740. Sau đó, UE xác định chỉ số MCS thứ hai $I_{MCS,2}$ từ ánh xạ định trước thành tốc độ mã dữ liệu thứ hai r_{MCS}^{new} mà là tốc độ mã lớn nhất mà nhỏ hơn hoặc bằng r_{MCS}^{adjust} 2750. Cuối cùng, UE sử dụng giá trị $I_{MCS,2}$ để xác định các thông số điều biến và mã hóa dành cho khối vận chuyển dữ liệu được lập lịch bởi định dạng UL DCI để truyền dẫn trong PUSCH. UE có thể điều chỉnh công suất truyền dẫn PUSCH theo $I_{MCS,2}$.

Kích thước khối vận chuyển dữ liệu để truyền dẫn trong PUSCH được xác định từ trường chỉ số MCS được chứa trong định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH và từ số lượng tham chiếu của các RB trong miền tần số và số lượng tham chiếu của các ký hiệu khe trong miền thời gian, chẳng hạn như các SC/ký hiệu khe ngoại trừ được sử dụng để truyền dẫn RS, mà khả dụng để truyền dẫn dữ liệu. Ví dụ, đối với RB bao gồm 12 SC và khe bao gồm 14 ký hiệu, thì tổng số 24 SC có thể được giả định để truyền dẫn DMRS và $14 \times 12 - 24 = 144$ SC còn lại có thể được giả định khả dụng để truyền dẫn dữ liệu. Do đó, số lượng tham chiếu của các SC không được tính đến trong việc dồn kênh UCI hoặc truyền dẫn SRS trong một khe.

Kích thước khối vận chuyển dữ liệu để truyền dẫn trong PUSCH được lập lịch bởi định dạng UL DCI có thể được xác định từ (a) chỉ số TBS và (b) việc phân bổ tài nguyên thời gian/tần số dành cho PUSCH. Chỉ số TBS được xác định bởi trường định dạng UL DCI cung cấp chỉ số MCS và bởi ánh xạ định trước giữa chỉ số MCS và chỉ số TBS, ví dụ như trong bảng 2. Bảng 3 thể hiện dạng liên kết (ánh xạ) làm ví dụ dành cho chỉ số TBS và việc phân bổ tài nguyên thời gian/tần số để truyền dẫn PUSCH thành giá trị TBS. Mười giá trị I_{TBS} đầu tiên và được chứa lên tới mười PUSCH RB trong bảng thể hiện dạng liên kết nhưng dạng liên kết có thể mở rộng trực tiếp tới hơn I_{TBS} giá trị hoặc PUSCH RB. Ví dụ, việc phân bổ tài nguyên thời gian là một khe có mười bốn ký hiệu với hai ký hiệu được sử dụng để truyền dẫn DMRS (còn lại mười hai ký hiệu để truyền dẫn dữ liệu) và việc phân bổ tài nguyên tần số là một số lượng các RB.

Bảng 3. Ánh xạ chỉ số TBS và số lượng các PUSCH RB thành giá trị TBS

	N_{RB} Trên 1 khe có 14 ký hiệu									
										10
	6	2	6	8	20	52	76	08	24	256
	4	6	8	44	76	08	24	56	28	344
	2	2	44	76	08	56	96	28	76	424
	0	04	76	08	56	28	92	40	04	568
	6	20	08	56	28	08	88	52	32	696
	2	44	24	28	24	04	00	80	76	872
	28	76	56	92	04	00	12	08	36	1032
	04	24	28	72	84	12	40	68	096	1224
	20	56	92	36	80	08	68	096	256	1384
	36	96	56	16	76	36	096	256	416	1544

Khi UCI hoặc SRS hoặc PUCCH được dồn kênh trong một số SC hoặc các ký hiệu của truyền dẫn PUSCH, thì giá trị TBS có thể được điều chỉnh để phản ánh mức giảm số lượng các SC khả dụng để truyền dẫn dữ liệu đối với cùng giá trị I_{TBS} . Ký hiệu N_{slot} số lượng các ký hiệu khe, N_{sc}^{RB} số lượng các SC trên mỗi RB, và $N_{sc,RS}^{slot,RB}$ số lượng các SC trên mỗi khe và mỗi RB được sử dụng để truyền dẫn DMRS. Giá trị $N_{sc,RS}^{slot,RB}$ có thể là giá trị khác nhau để truyền dẫn PUSCH trong các khe khác nhau hoặc để truyền dẫn PUSCH từ các UE khác nhau.

Việc xác định TBS trong bảng 3 dựa trên việc sử dụng $(N_{slot} \cdot N_{sc}^{RB} - N_{sc,RS}^{slot,RB}) \cdot N_{RB}$ SC để truyền dẫn dữ liệu mà giá trị tham chiếu được cố định dành cho $N_{sc,RS}^{slot,RB}$ được sử dụng. Khi $N_{sc,UCI}^{slot,RB}$ SC trên mỗi RB và $N_{sc,SRS}^{slot,RB}$ SC trên mỗi RB lần lượt được sử dụng để dồn kênh UCI và dồn kênh SRS trong truyền dẫn PUSCH, hoặc khi giá trị $N_{sc,RS}^{slot,RB}$ có thể thay đổi được ví dụ được chỉ báo bởi định dạng UL DCI lập lịch PUSCH hoặc được tạo cấu hình cho UE bởi các lớp cao hơn, thì tổng số lượng các RE khả dụng để truyền dẫn

dữ liệu là $(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}}) \cdot N_{\text{RB}}$.

TBS để truyền dẫn dữ liệu trong PUSCH sau đó có thể được điều chỉnh thành TBS tương ứng với giá trị N_{RB} được xác định là

$$N_{\text{RB}} = \left\lceil \frac{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}})}{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}})} \cdot N_{\text{RB}} \right\rceil \quad \text{hoặc} \quad \text{là}$$

$$N_{\text{RB}} = \left\lfloor \frac{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}})}{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}})} \cdot N_{\text{RB}} \right\rfloor \quad \text{khi } N_{\text{RB}} > 0 \text{ và khi } N_{\text{RB}} = 1, \text{ hoặc ngược}$$

lại. Ví dụ, khi $\frac{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}})}{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}})} = \frac{2}{3}$ và định dạng UL DCI chỉ báo

$N_{\text{RB}} = 9$, thì kích thước TBS có thể được xác định theo bảng 3 sử dụng $N_{\text{RB}} = \frac{2}{3} \cdot 9 = 6$. UE

có thể điều chỉnh công suất truyền dẫn PUSCH theo TBS được xác định.

Fig.28 là hình vẽ thể hiện quy trình 2800 làm ví dụ dành cho UE để điều chỉnh số lượng các RB được báo hiệu trong định dạng UL DCI để xác định TBS để tính mức tăng tốc độ mã do dòn kênh UCI hoặc SRS trong PUSCH theo các phương án của sáng chế. Phương án về quy trình 2800 được thể hiện trên Fig.28 chỉ nhằm mục đích minh họa. Các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

UE phát hiện định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn PUSCH vận chuyển một hoặc nhiều khối vận chuyển dữ liệu trong một hoặc nhiều khe. Một khe bao gồm N_{slot} ký hiệu. Định dạng UL DCI bao gồm trường phân bổ tài nguyên tần số cung cấp N_{RB} RB để truyền dẫn PUSCH, trong đó RB bao gồm $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ SC, và còn bao gồm trường MCS cung cấp chỉ số MCS, I_{MCS} 2810. Dựa trên việc ánh xạ định trước, chẳng hạn như ví dụ như trong bảng 2, thì UE xác định chỉ số TBS I_{TBS} 2820. Số lượng $N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}}$ SC trên mỗi RB được sử dụng để truyền dẫn DMRS. UE cũng xác định số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI, nếu có, và số lượng tương ứng $N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}}$ SC để dòn kênh số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa UCI và số lượng $N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}}$ SC để dòn kênh truyền dẫn SRS, nếu có, trong PUSCH 2830.

Để điều chỉnh việc xác định TBS, do dòn kênh UCI hoặc SRS, thì UE xác định số lượng mới của các RB là $N_{\text{RB}} = \left\lceil \frac{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}})}{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}})} \cdot N_{\text{RB}} \right\rceil$ 2840. UE

cũng có thể xác định số lượng mới của các RB là

$$N_{RB} = \left\lfloor \frac{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,UCI}}^{\text{slot,RB}} - N_{\text{sc,SRS}}^{\text{slot,RB}})}{(N_{\text{slot}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}} - N_{\text{sc,RS}}^{\text{slot,RB}})} \cdot N_{RB} \right\rfloor \text{ khi } N_{RB} > 0 \text{ và khi } N_{RB} = 1, \text{ hoặc ngược}$$

lại. Dựa trên số lượng mới của các RB và dựa trên giá trị I_{TBS} , UE xác định TBS để truyền dẫn PUSCH trên số lượng các RB được chỉ báo bởi định dạng UL DCI (giá trị ban đầu N_{RB}) 2850.

Định dạng UL DCI cũng có thể lập lịch truyền dẫn chỉ duy nhất UCI trong một khe, chẳng hạn như khe thứ nhất, khi định dạng UL DCI bao gồm trường “chỉ duy nhất-CI” hoặc trường “chỉ duy nhất HARQ-ACK” được thiết lập thành giá trị tương ứng. Lúc đó, UE có thể diễn giải rằng định dạng UL DCI lập lịch truyền dẫn chỉ duy nhất UCI trong khe này và diễn giải định dạng UL DCI khi lập lịch truyền dẫn dữ liệu, và có thể truyền dẫn UCI khác, trong các khe còn lại.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả theo các phương án làm ví dụ, nhưng các thay đổi và cải biến khác nhau có thể được đưa ra đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này. Lưu ý rằng phần mô tả sáng chế bao hàm cả những thay đổi và cải biến như vậy vẫn thuộc phạm vi của sáng chế như được trình bày trong phần yêu cầu bảo hộ.

Nên hiểu rằng trong các phương án thực hiện sáng chế được mô tả thì không phải bất cứ bộ phận, bước, hoặc chức năng cần thiết nào cũng phải nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Phạm vi bảo hộ của các đối tượng trong sáng chế chỉ được xác định duy nhất bằng các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để dồn kênh thông tin điều khiển bao gồm các bước:

thu (1210) thông tin cấu hình bao gồm nhiều tập các chỉ số, mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi kiểu thông tin điều khiển đường lên trong số nhiều kiểu thông tin điều khiển đường lên (Uplink Control Information, UCI);

thu (1220) thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information, DCI) lập lịch truyền dẫn của kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH), DCI bao gồm trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo chỉ số từ nhiều chỉ số tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số;

dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một kiểu UCI trong số nhiều kiểu UCI dựa trên trường bộ chỉ báo độ lệch beta; và

truyền dữ liệu đường lên được dồn kênh với ít nhất một kiểu UCI trong PUSCH.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số bao gồm tập bốn chỉ số, và

trong đó trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo mỗi chỉ số từ bốn chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhiều kiểu UCI bao gồm ít nhất một trong số báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (Hybrid Automatic Repeat Request Acknowledgement, HARQ-ACK) hoặc các báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trường bộ chỉ báo độ lệch beta được tạo cấu hình với các giá trị 00, 01, 10, hoặc 11.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu số lượng các bit thông tin trong DCI nhỏ hơn 12 bit, thì các bit 0 được thêm vào định dạng DCI của DCI cho đến khi kích thước tải bằng 12.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

xác định (1240) số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một kiểu UCI dựa trên chỉ số được chỉ báo bởi trường bộ chỉ báo độ lệch beta.

7. Phương pháp để dồn kênh thông tin điều khiển bao gồm các bước:

truyền (1210) thông tin cấu hình bao gồm nhiều tập các chỉ số, mỗi tập các chỉ số

trong số nhiều tập các chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi kiểu thông tin điều khiển đường lên trong số nhiều kiểu thông tin điều khiển đường lên (UCI);

truyền (1220) thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch thu của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), DCI bao gồm trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo chỉ số từ nhiều chỉ số tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số; và

thu dữ liệu đường lên được dồn kênh với ít nhất một kiểu UCI trong số nhiều kiểu UCI trong PUSCH,

trong đó số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một kiểu UCI được xác định (1240) dựa trên chỉ số được chỉ báo bởi trường bộ chỉ báo độ lệch beta.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số bao gồm tập bốn chỉ số, và

trong đó trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo mỗi chỉ số từ bốn chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó nhiều kiểu UCI bao gồm ít nhất một trong số báo nhận yêu cầu lặp lại tự động cơ chế lai (HARQ-ACK), các báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI).

10. Phương pháp theo điểm 7, trong đó trường bộ chỉ báo độ lệch beta được tạo cấu hình với các giá trị 00, 01, 10, hoặc 11.

11. Phương pháp theo điểm 7, trong đó nếu số lượng các bit thông tin trong DCI nhỏ hơn 12 bit, thì các bit 0 được thêm vào định dạng DCI của DCI cho đến khi kích thước tải bằng 12.

12. Thiết bị để dồn kênh thông tin điều khiển (116) bao gồm:

bộ thu (325) được tạo cấu hình để:

thu (1210) thông tin cấu hình bao gồm nhiều tập các chỉ số, mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi kiểu thông tin điều khiển đường lên trong số nhiều kiểu thông tin điều khiển đường lên (UCI), và

thu (1220) thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch truyền dẫn của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), DCI bao gồm trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo chỉ số từ nhiều chỉ số tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số;

bộ xử lý (340) được tạo cấu hình để dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một

kiểu UCI trong số nhiều kiểu UCI dựa trên trường bộ chỉ báo độ lệch beta; và

bộ truyền (315) được tạo cấu hình để truyền dữ liệu đường lên được dồn kênh với ít nhất một kiểu UCI trong PUSCH.

13. Thiết bị (116) theo điểm 12, trong đó thiết bị (116) được thực hiện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 2 đến 6.

14. Thiết bị để dồn kênh thông tin điều khiển (102) bao gồm:

bộ truyền (215) được tạo cấu hình để:

truyền (1210) thông tin cấu hình bao gồm nhiều tập các chỉ số, mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số lần lượt tương ứng với mỗi kiểu thông tin điều khiển đường lên trong số nhiều kiểu thông tin điều khiển đường lên (UCI), và

truyền (1220) thông tin điều khiển đường xuống (DCI) lập lịch thu của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), DCI bao gồm trường bộ chỉ báo độ lệch beta chỉ báo chỉ số từ nhiều chỉ số tương ứng với mỗi tập các chỉ số trong số nhiều tập các chỉ số; và

bộ thu (220) được tạo cấu hình để thu dữ liệu đường lên được dồn kênh với ít nhất một kiểu UCI trong số nhiều kiểu UCI trong PUSCH,

trong đó số lượng các ký hiệu điều biến được mã hóa để dồn kênh dữ liệu đường lên với ít nhất một kiểu UCI được xác định (1240) dựa trên chỉ số được chỉ báo bởi trường bộ chỉ báo độ lệch beta.

15. Thiết bị (102) theo điểm 14, trong đó thiết bị (102) được thực hiện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 8 đến 11.

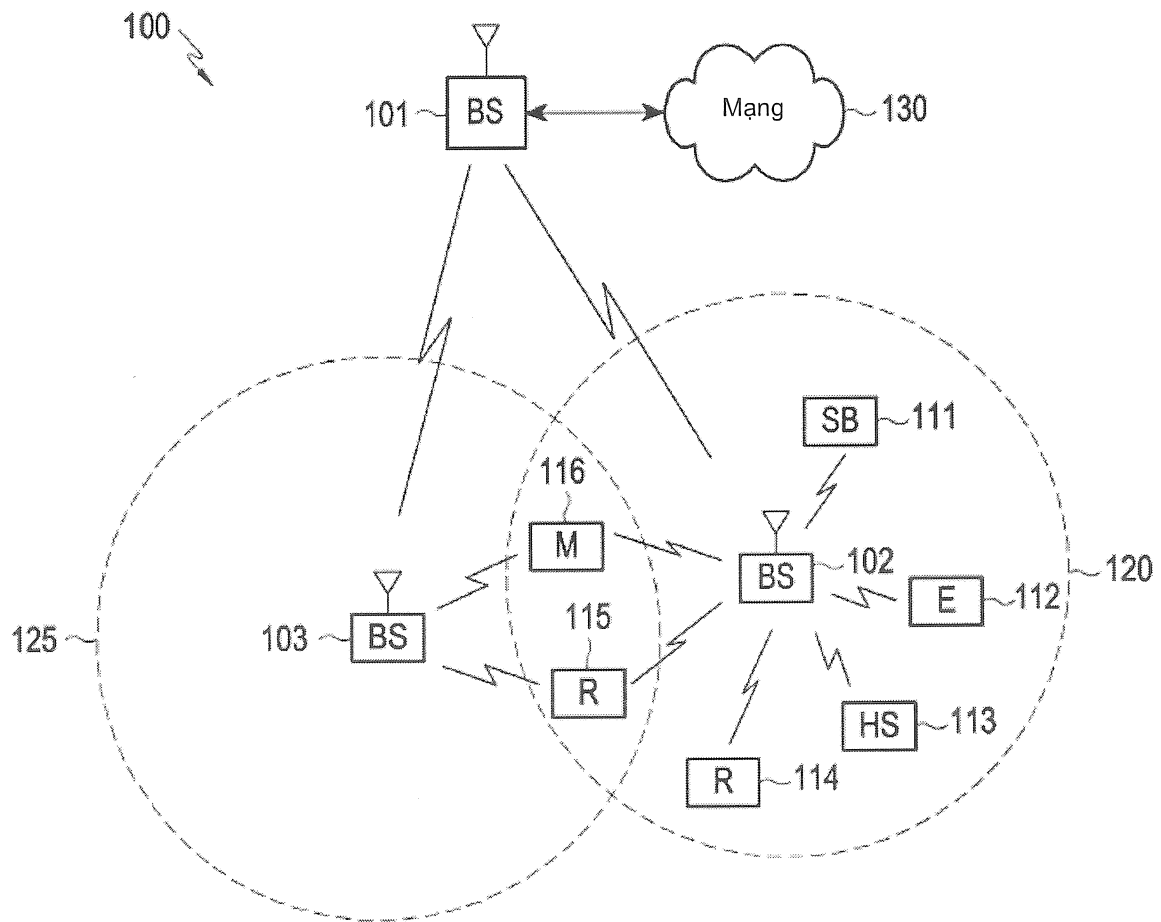


Fig.1

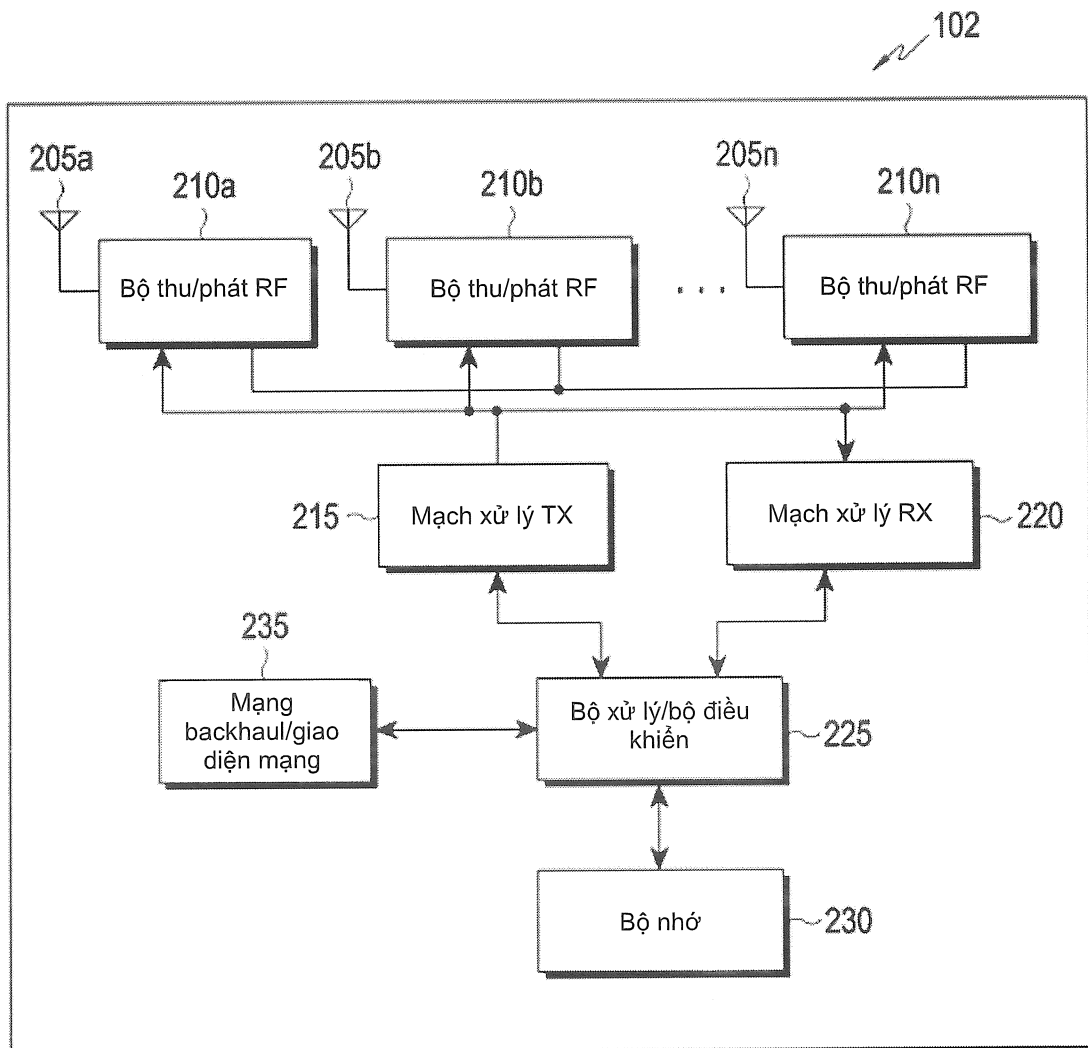


Fig.2

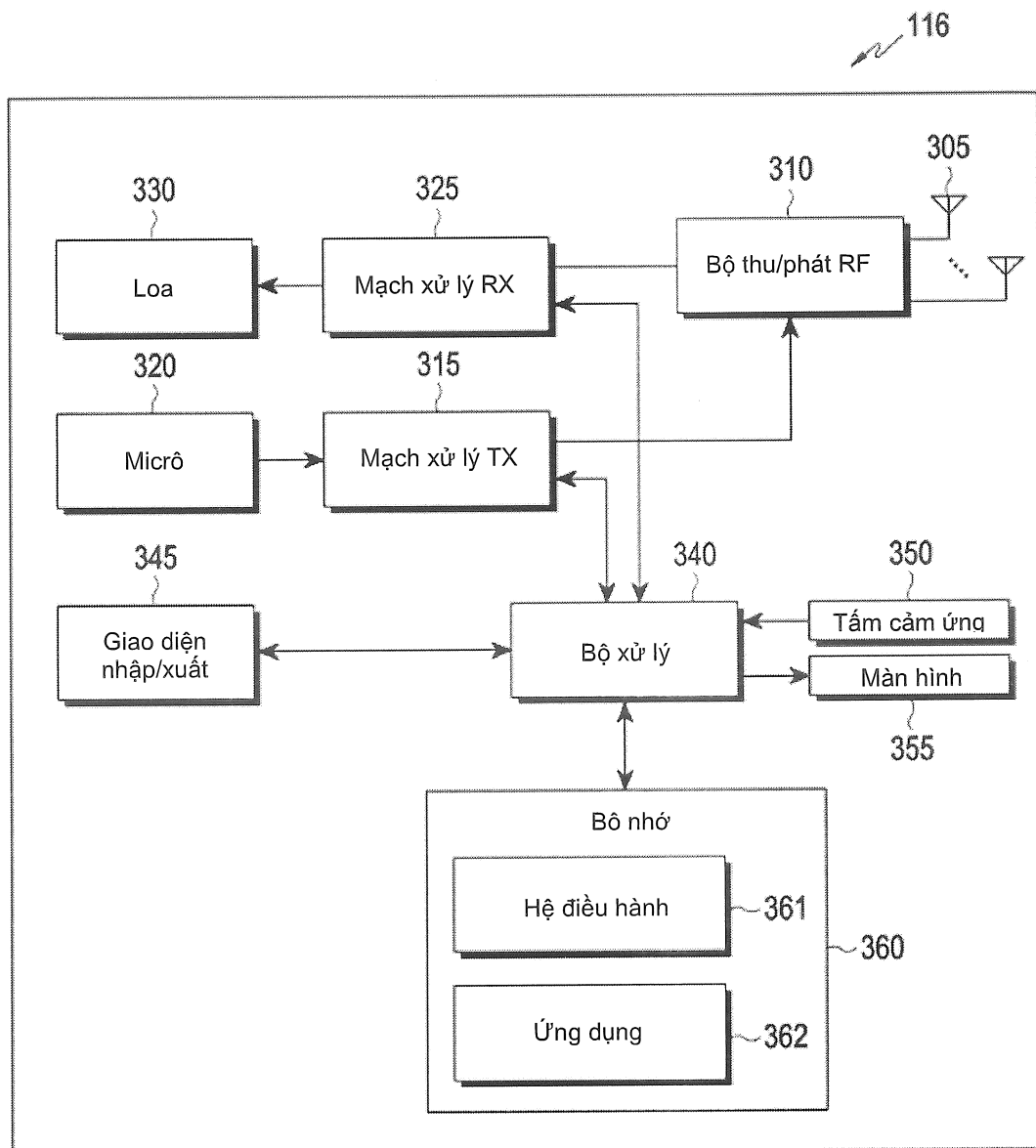


Fig.3

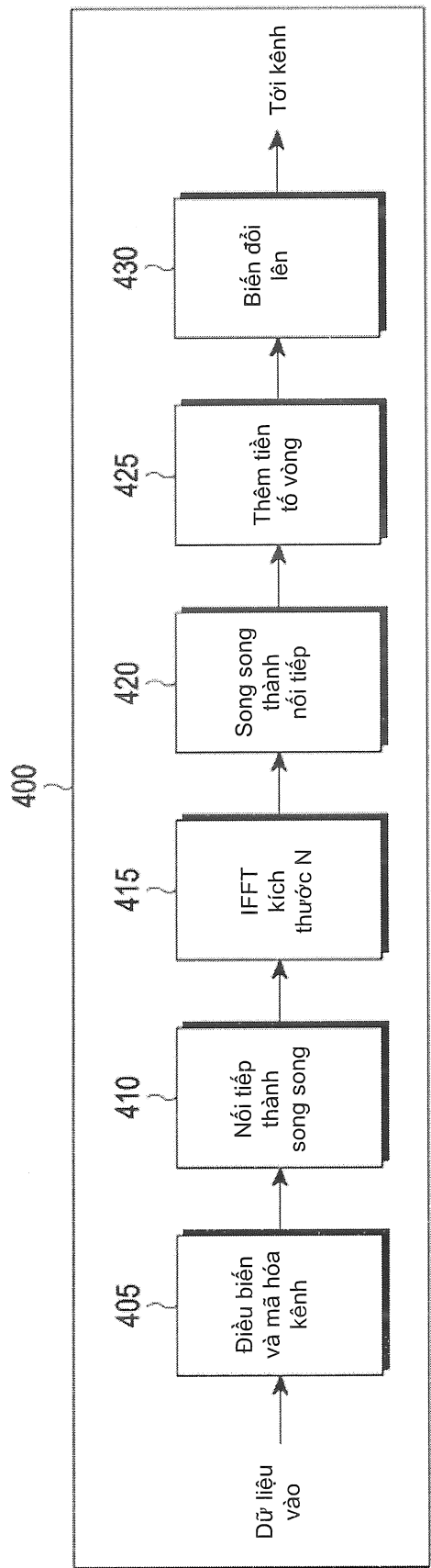


Fig.4A

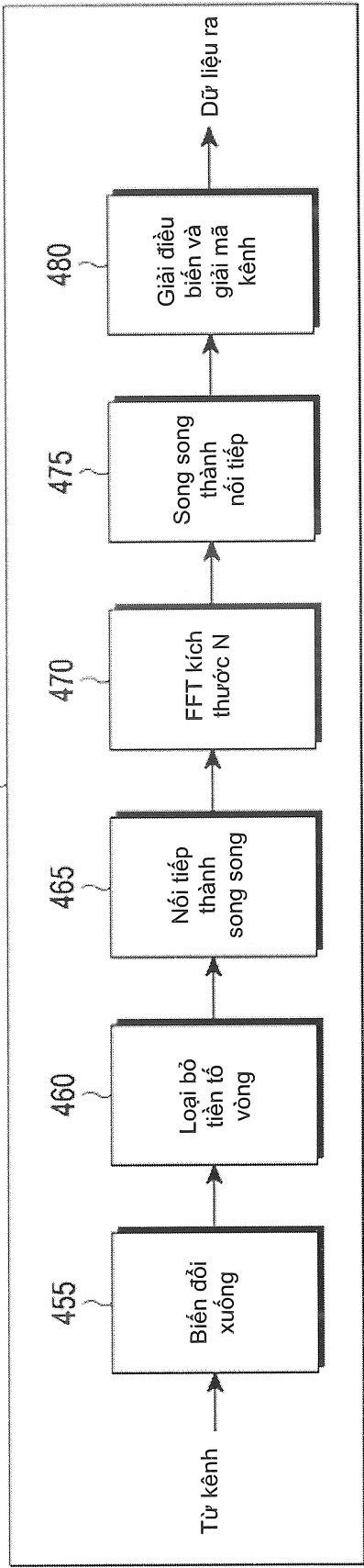


Fig.4B

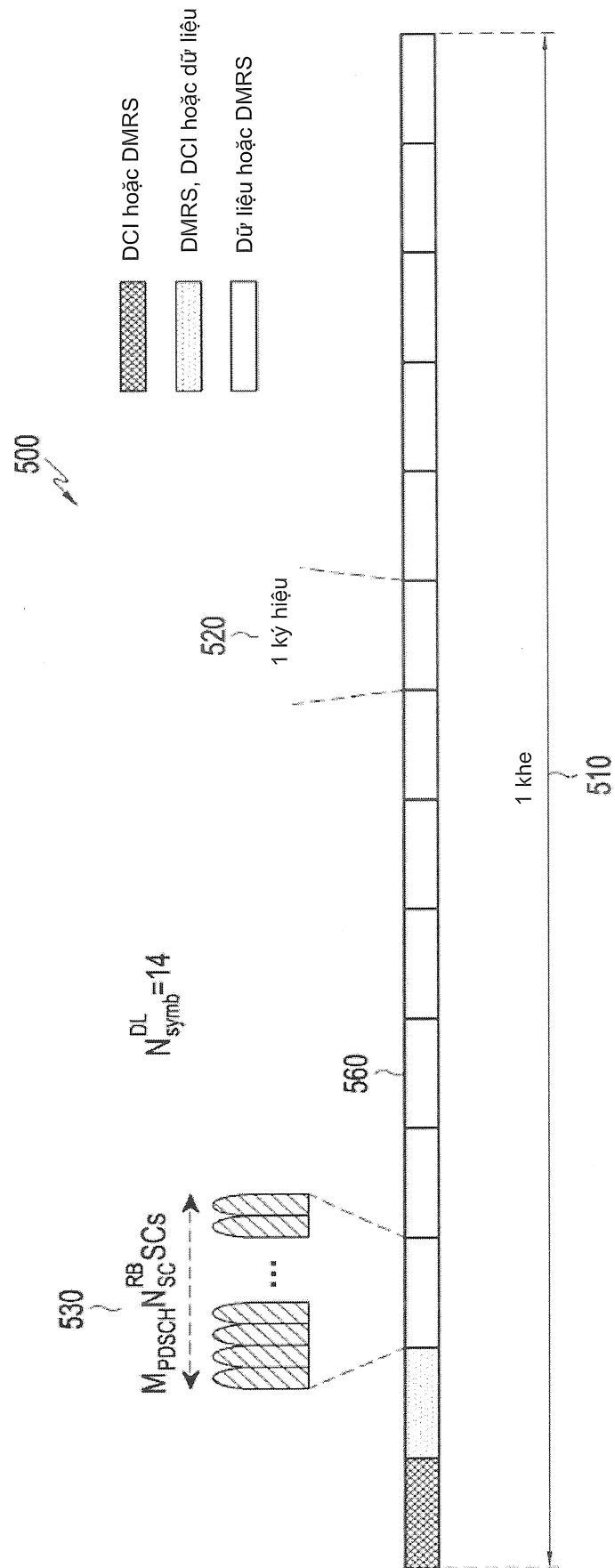


Fig.5

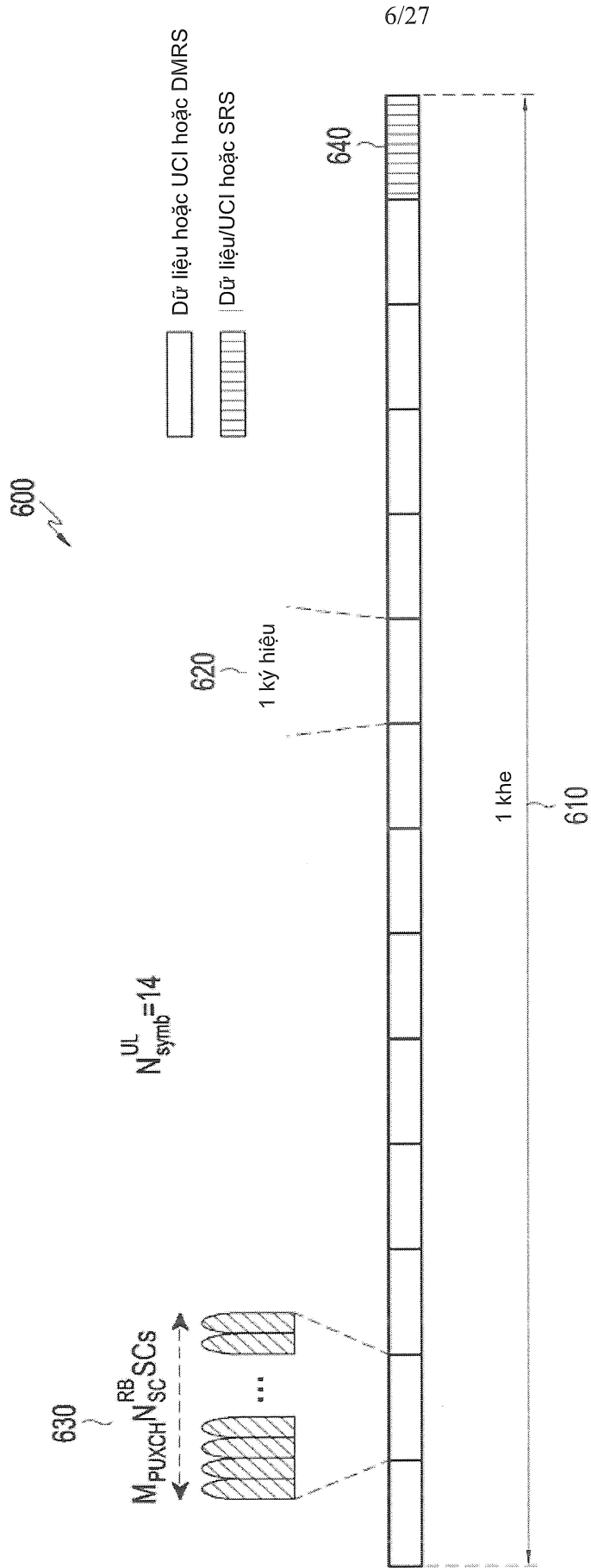


Fig.6

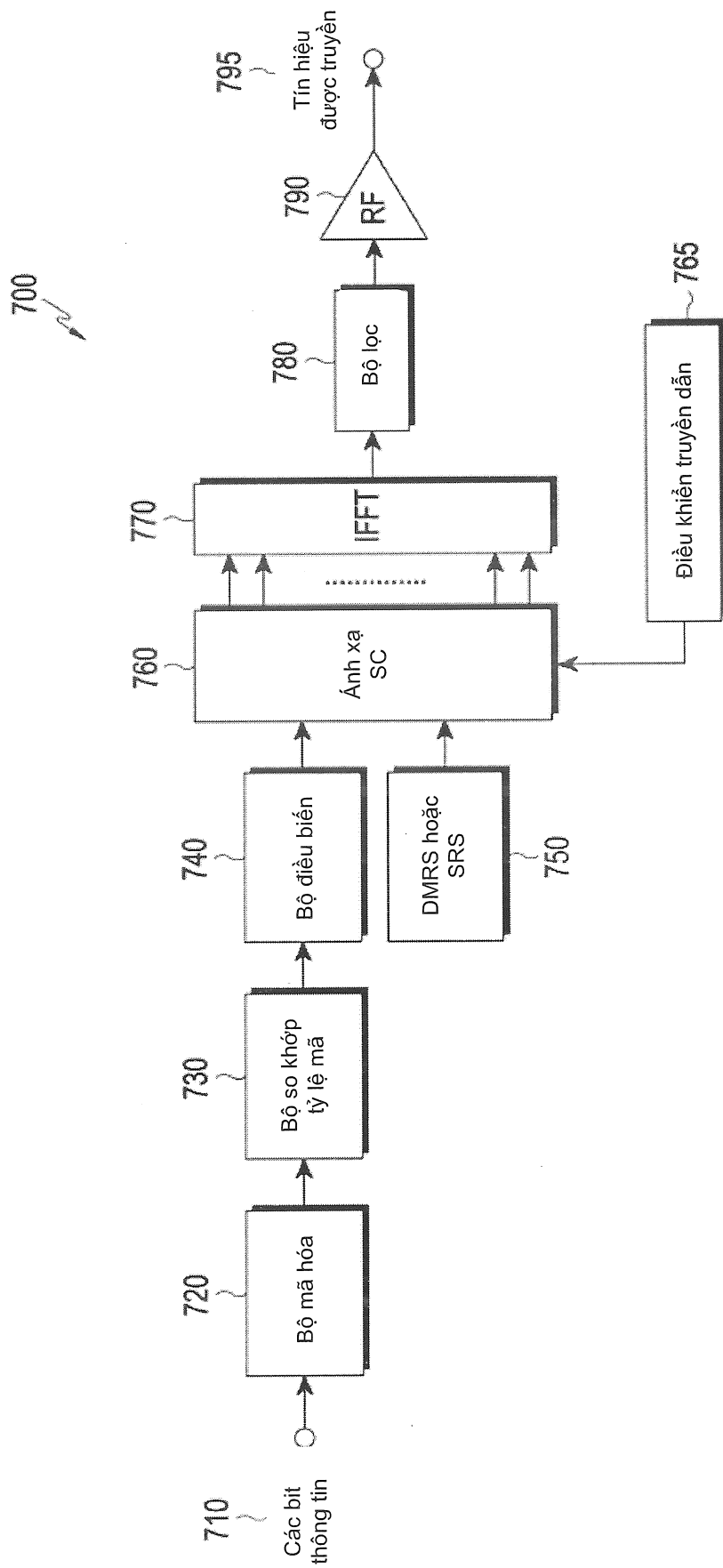


Fig.7

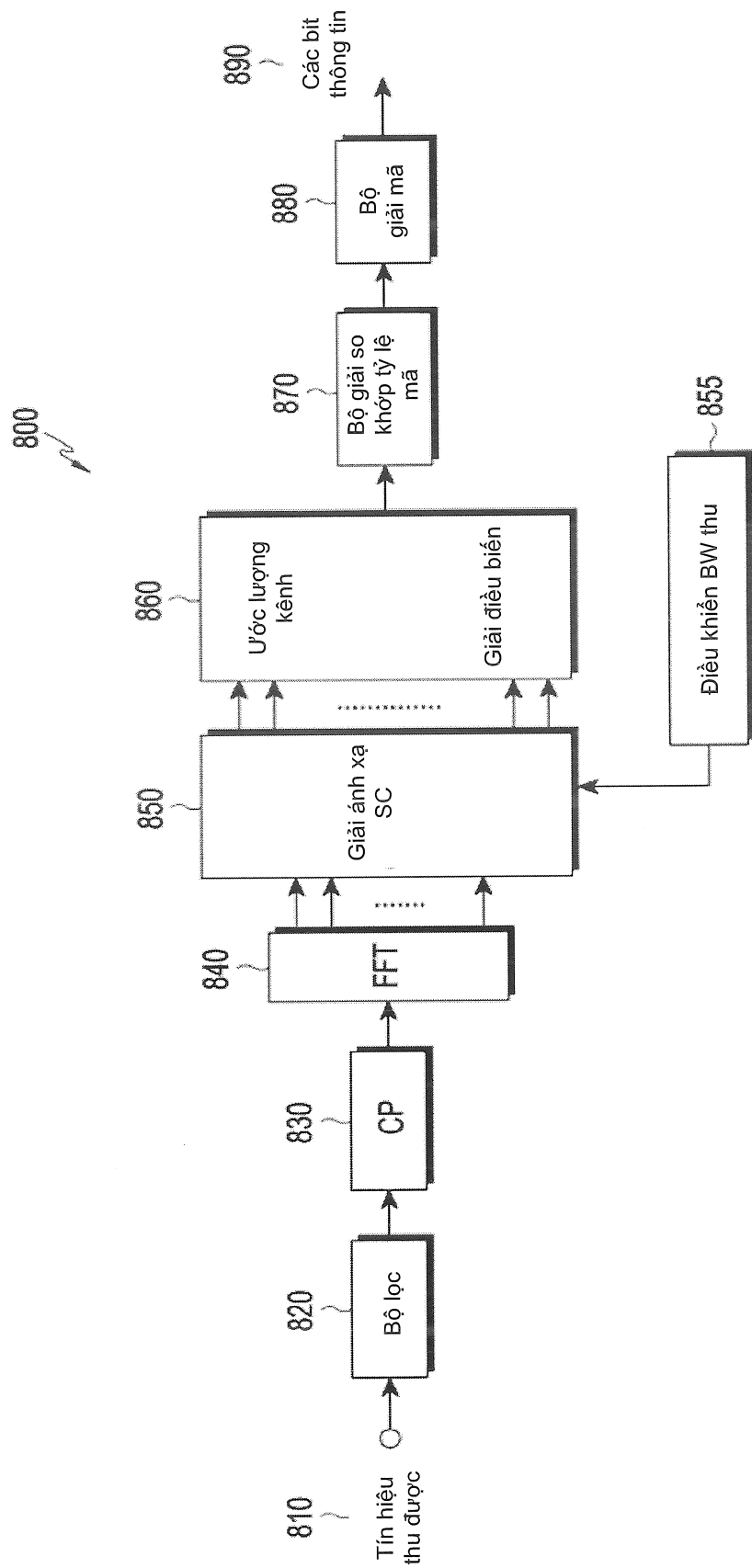


Fig.8

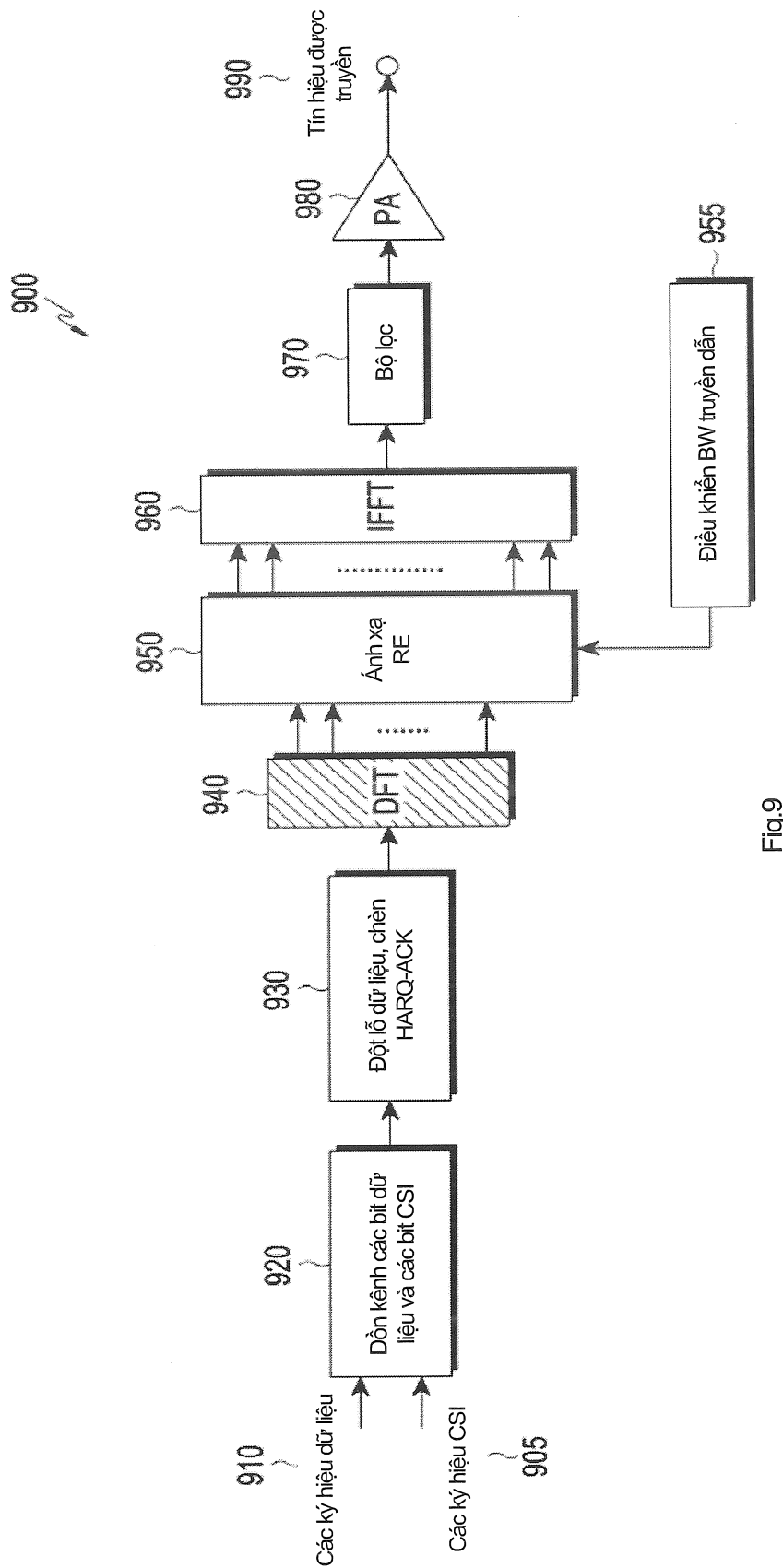


Fig.9

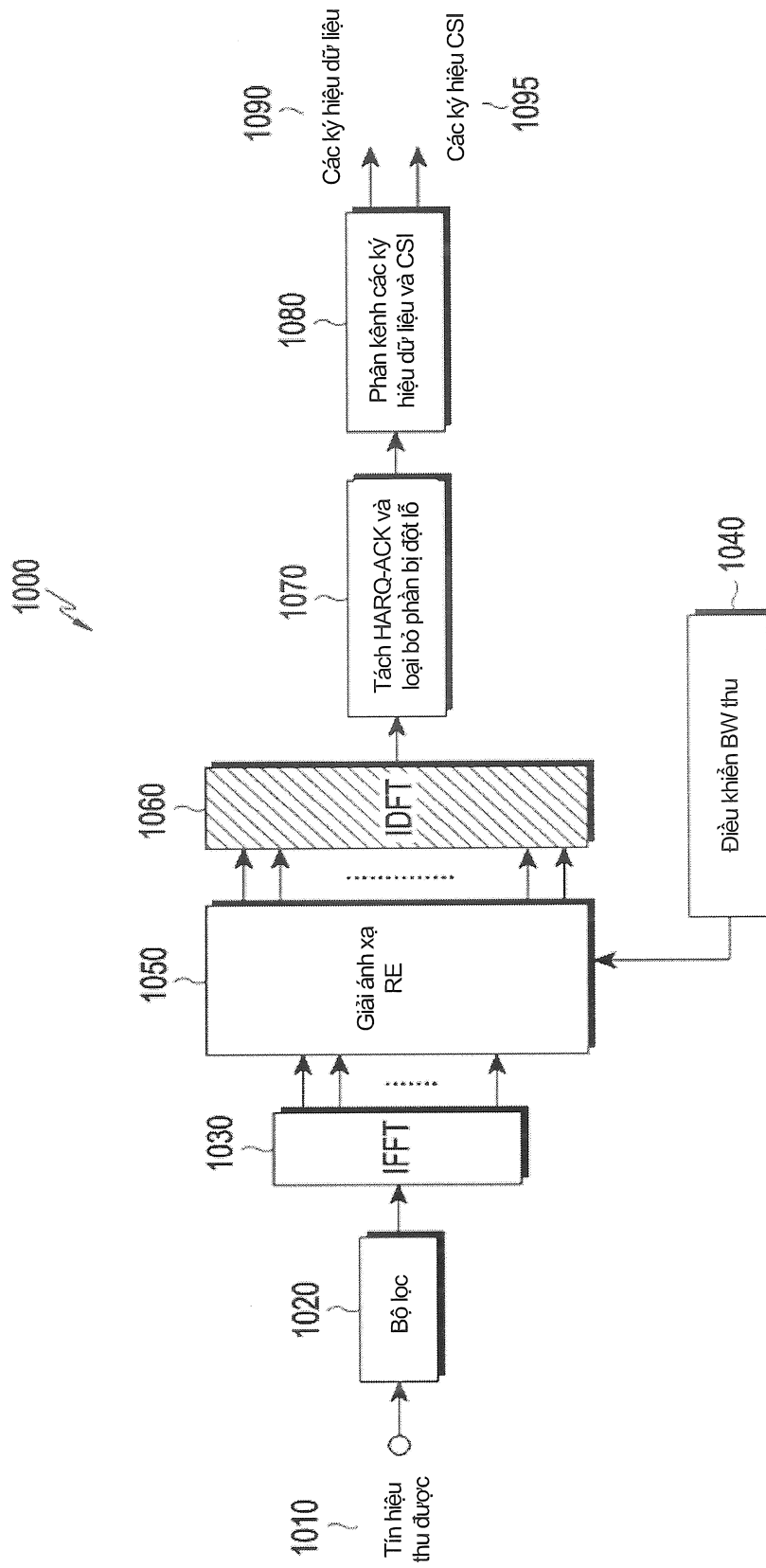


Fig.10

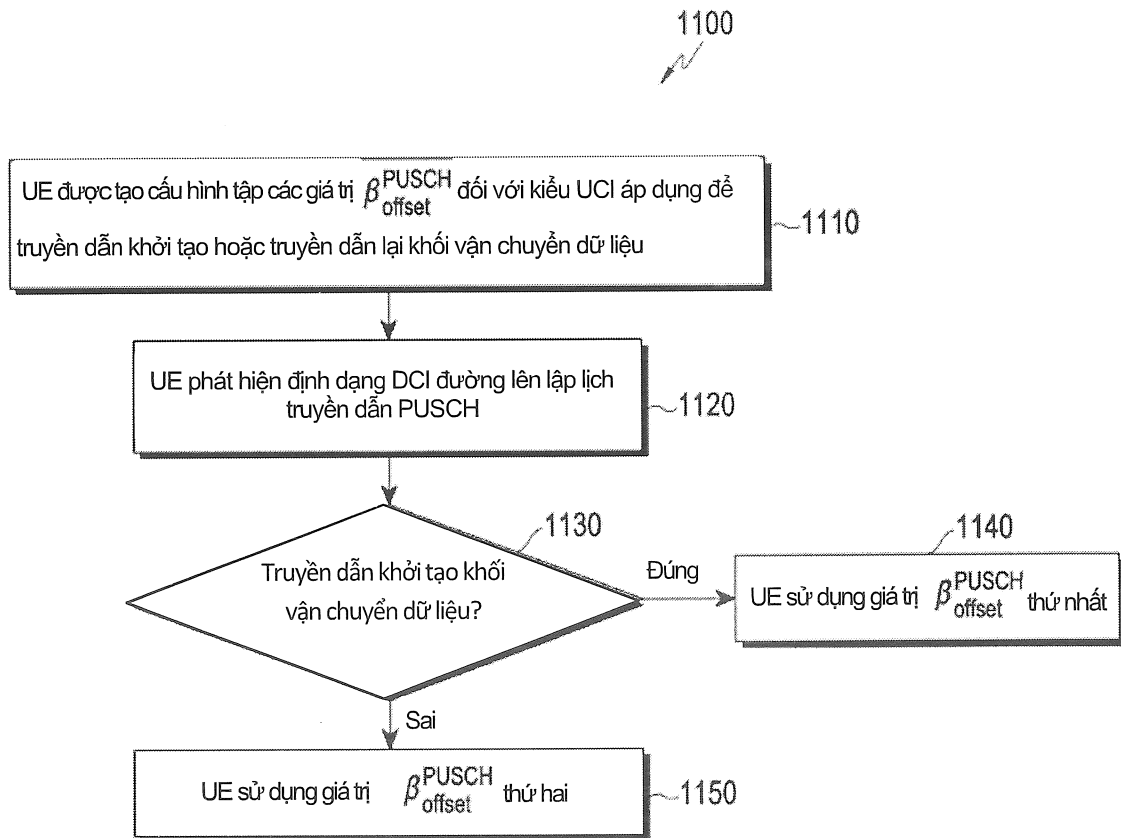


Fig.11

12/27

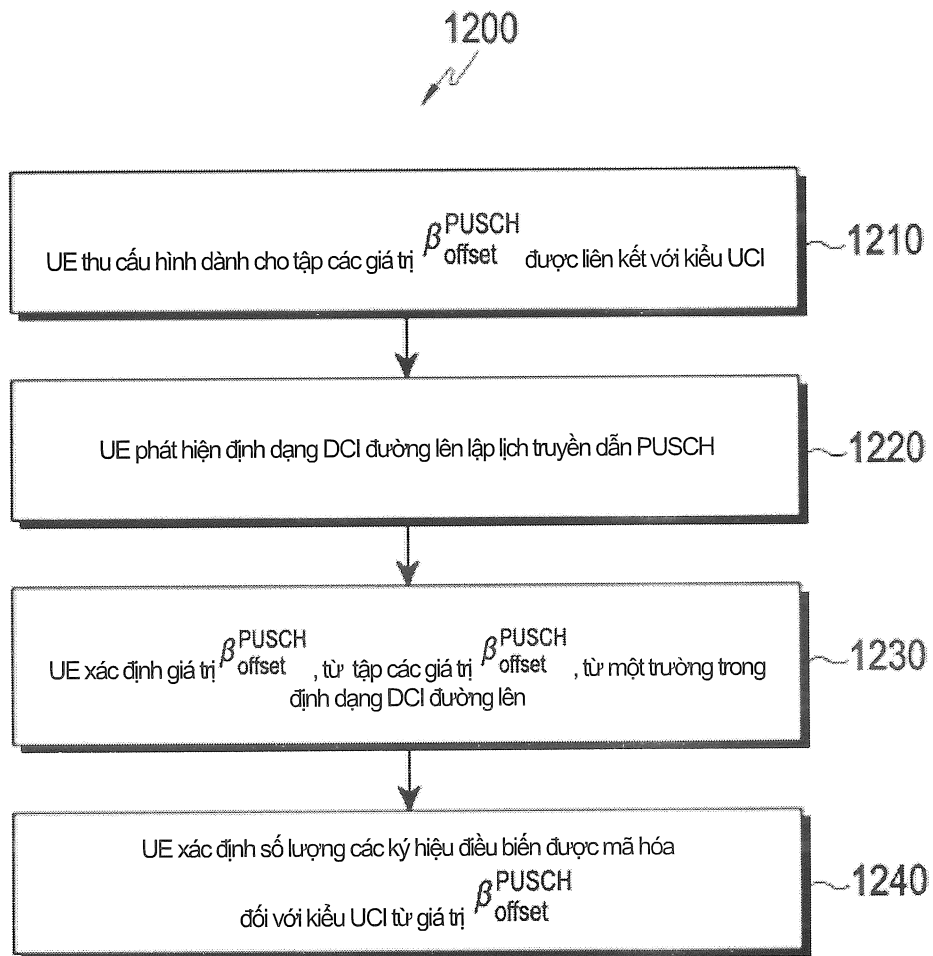


Fig.12

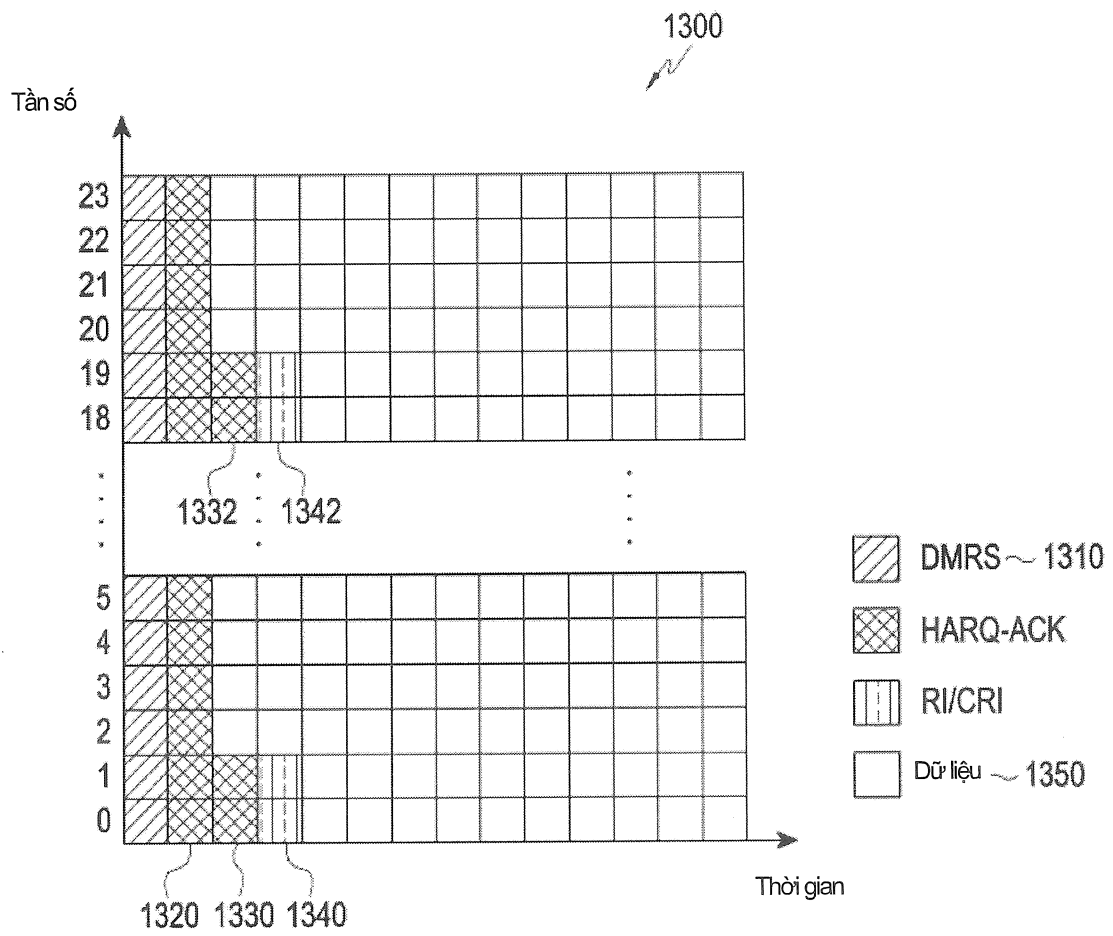


Fig.13

14/27

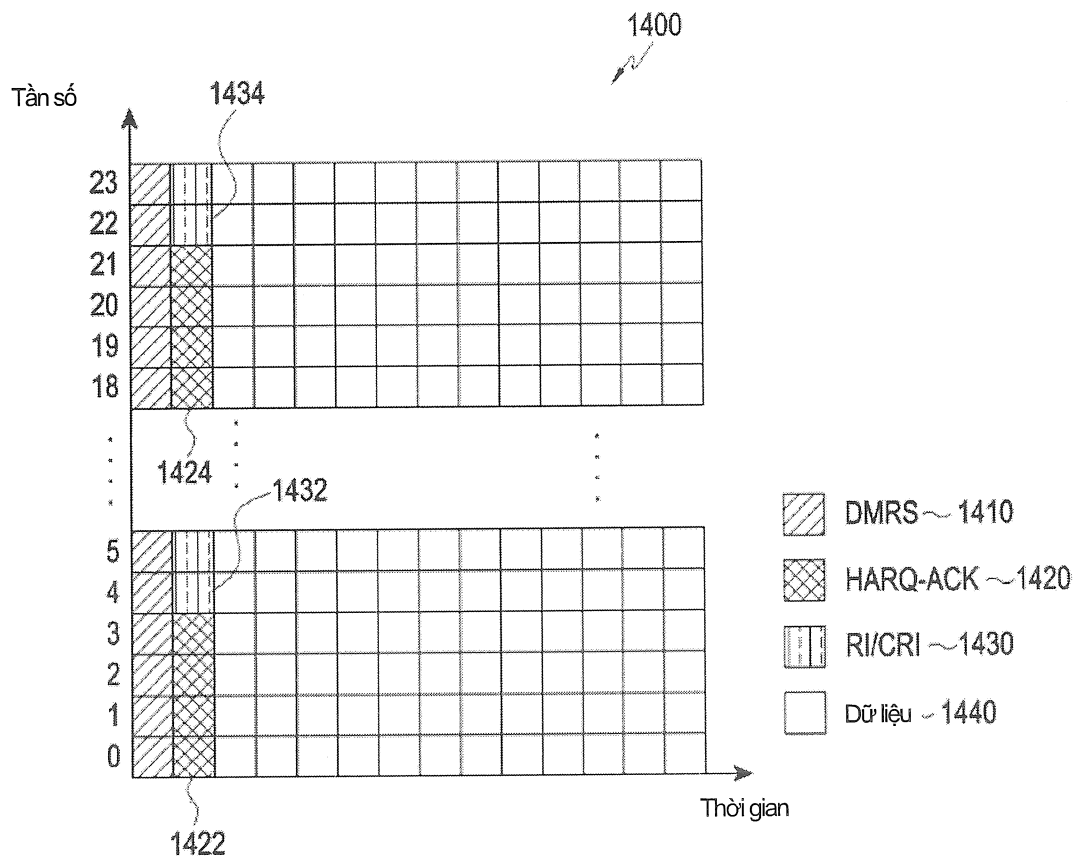


Fig.14

15/27

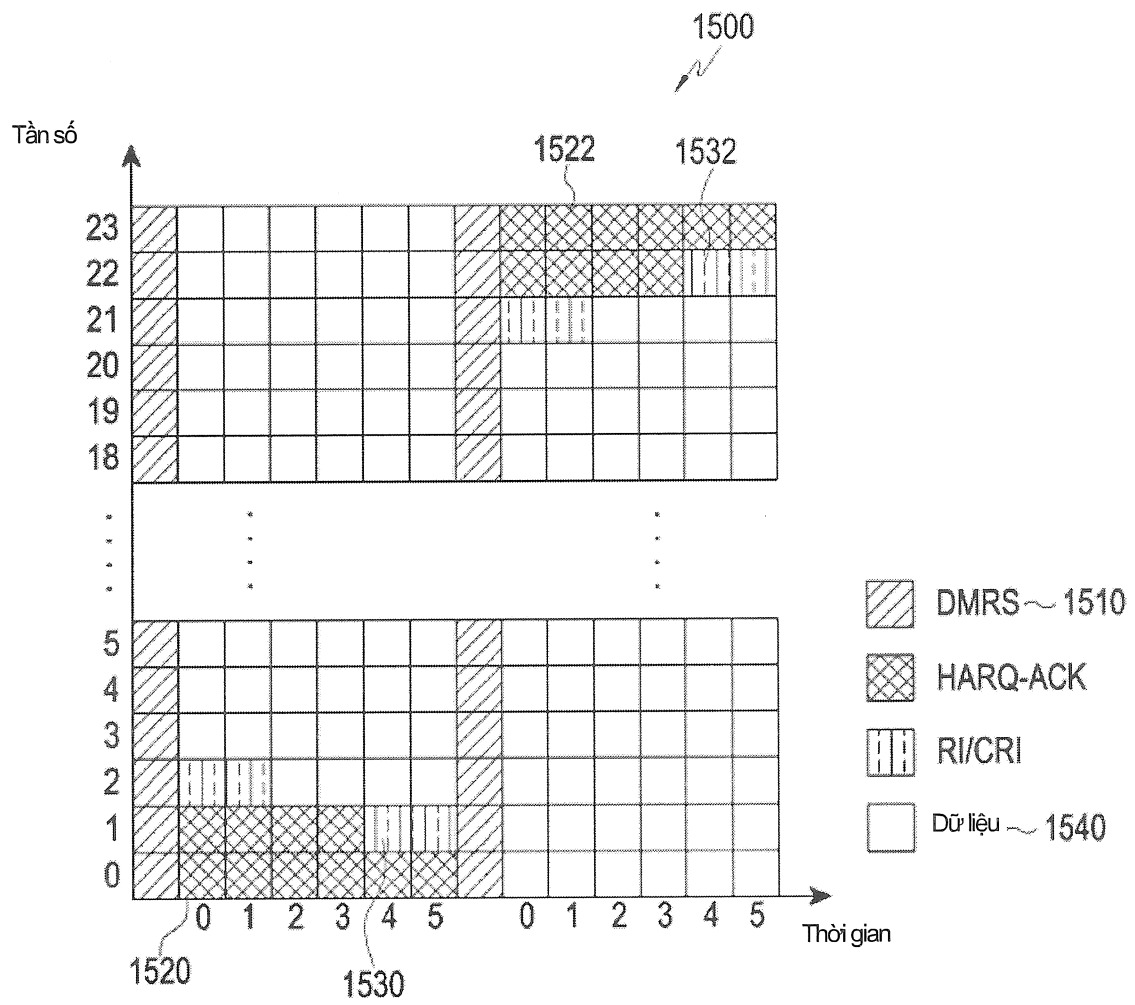


Fig.15

16/27

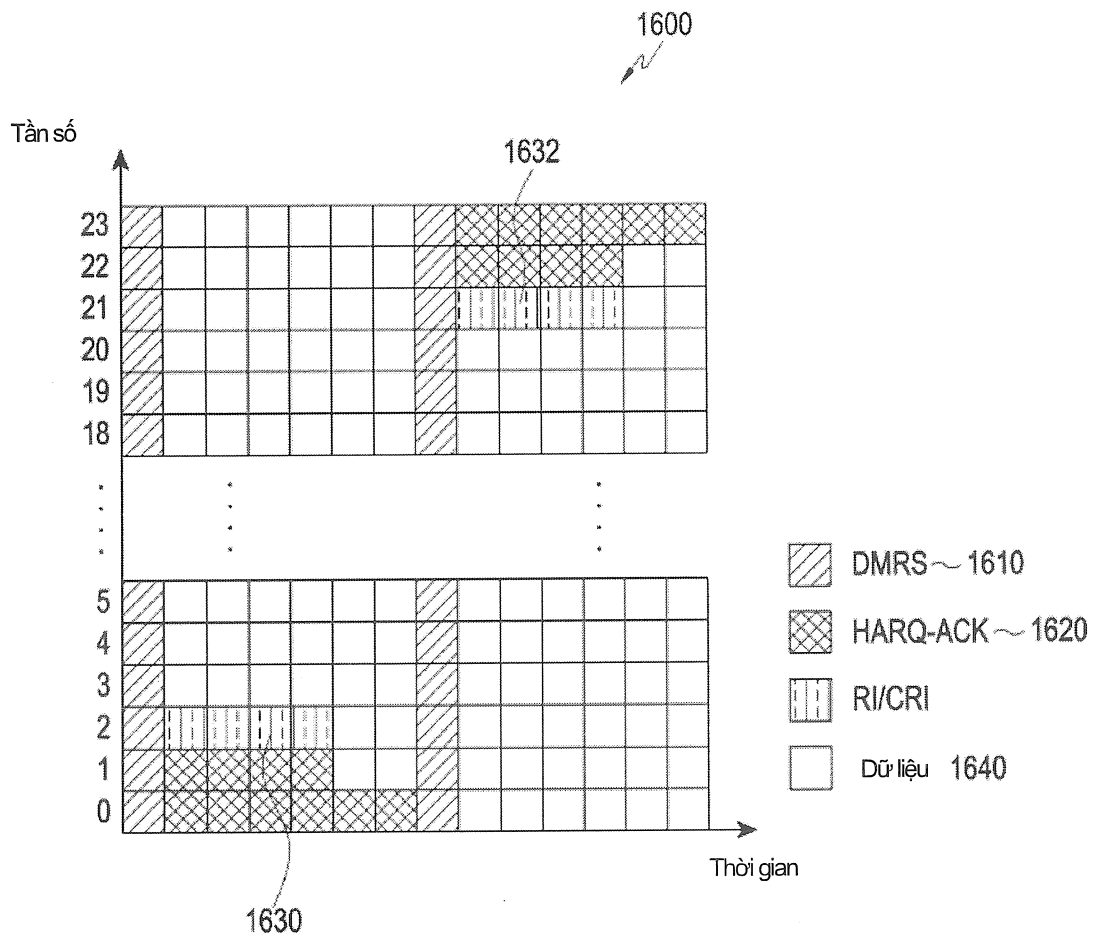


Fig.16

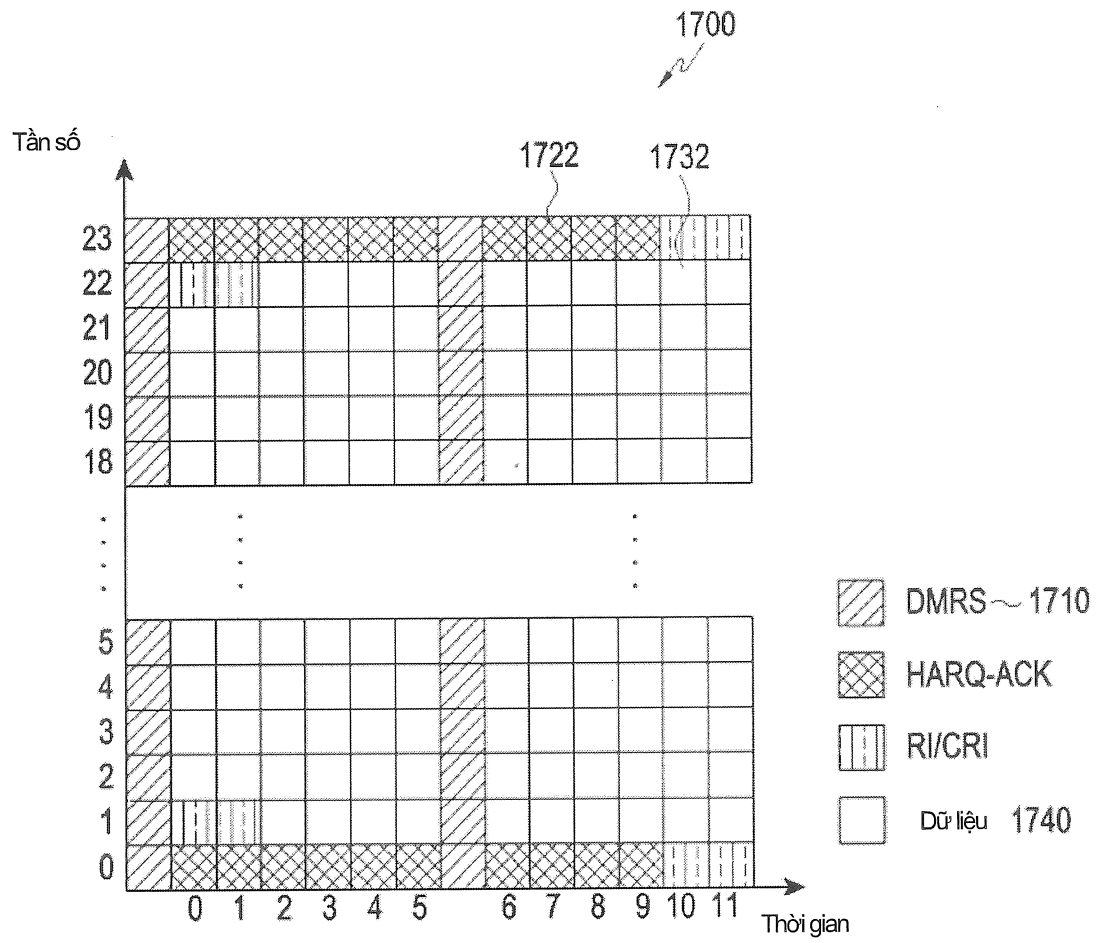


Fig.17

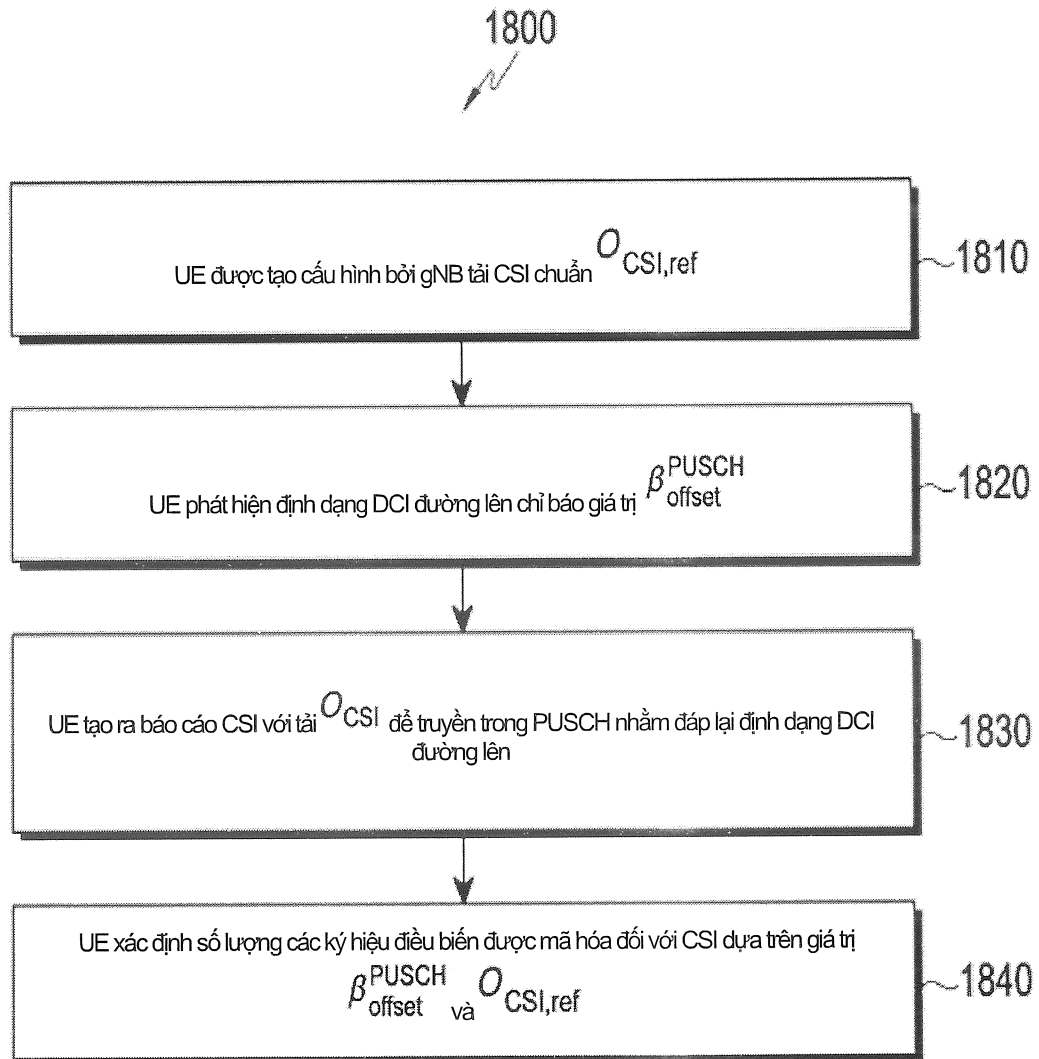


Fig.18

19/27

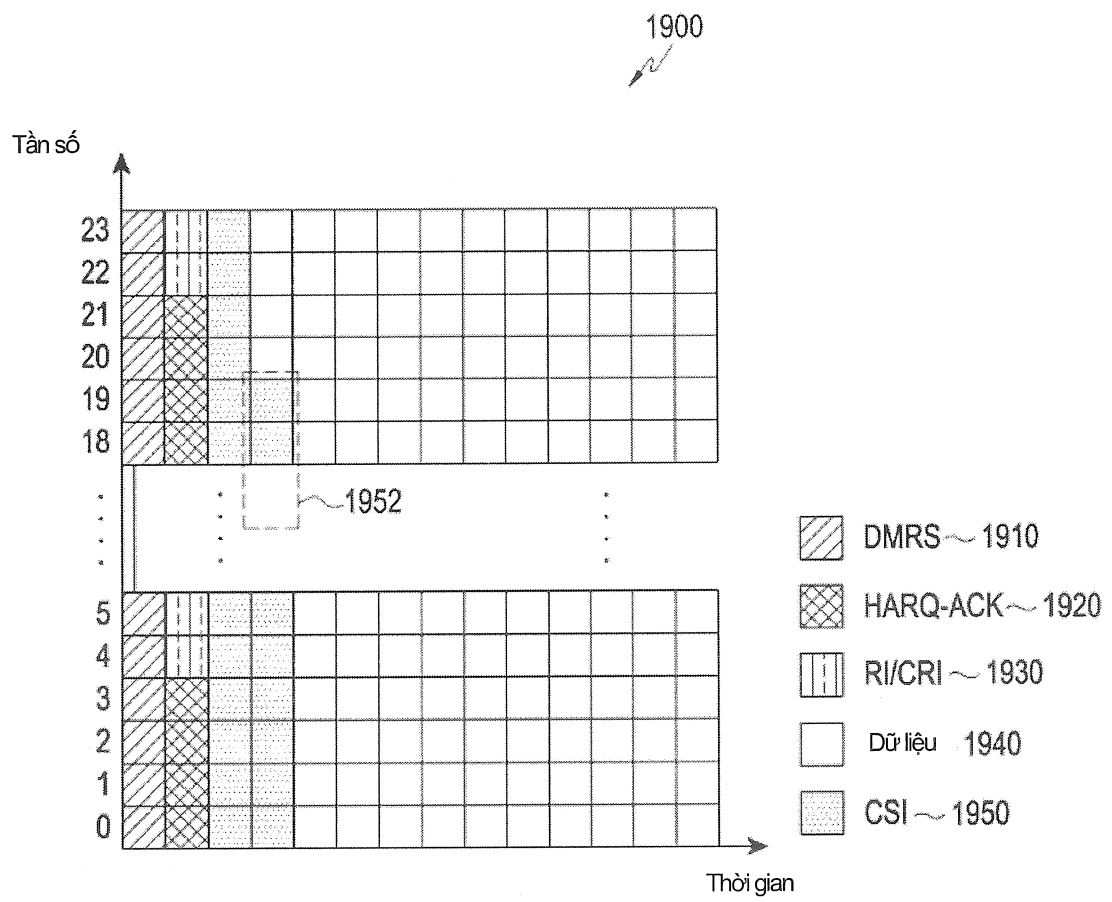


Fig.19

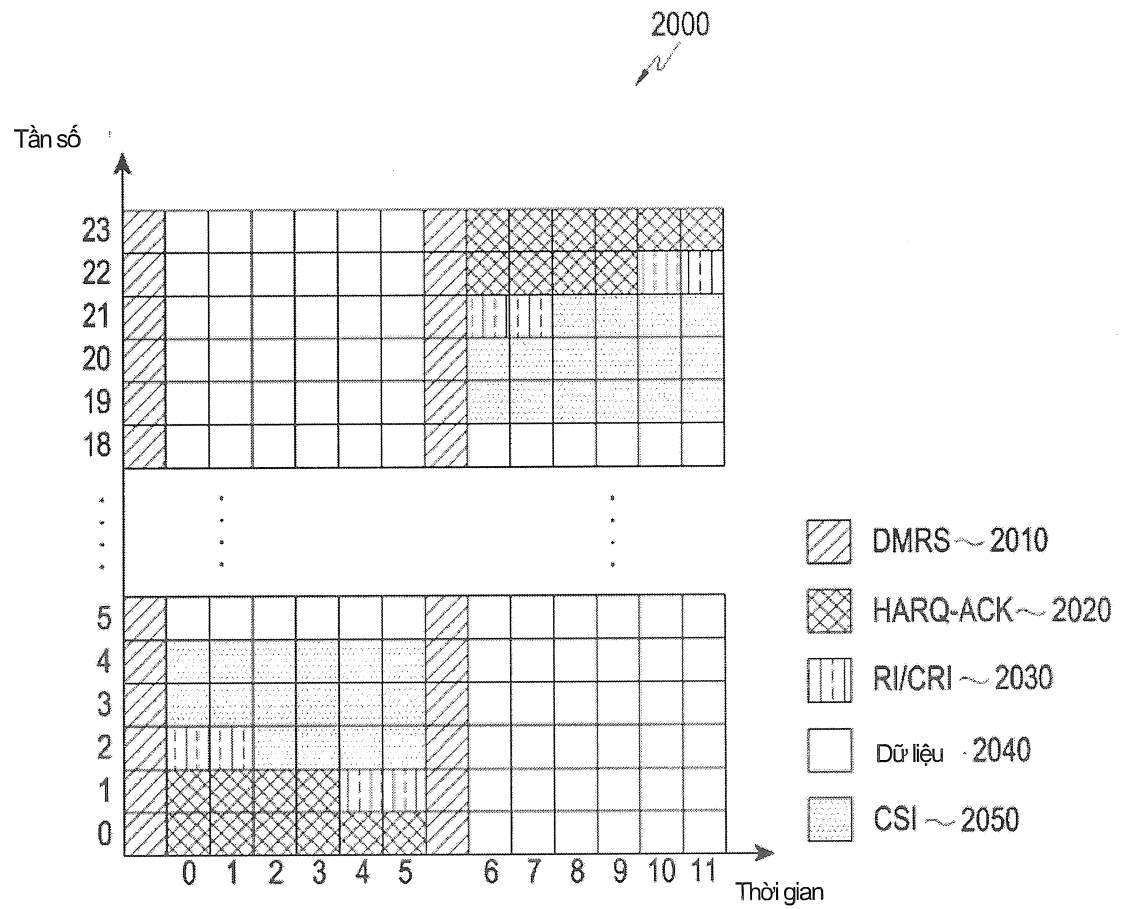


Fig.20

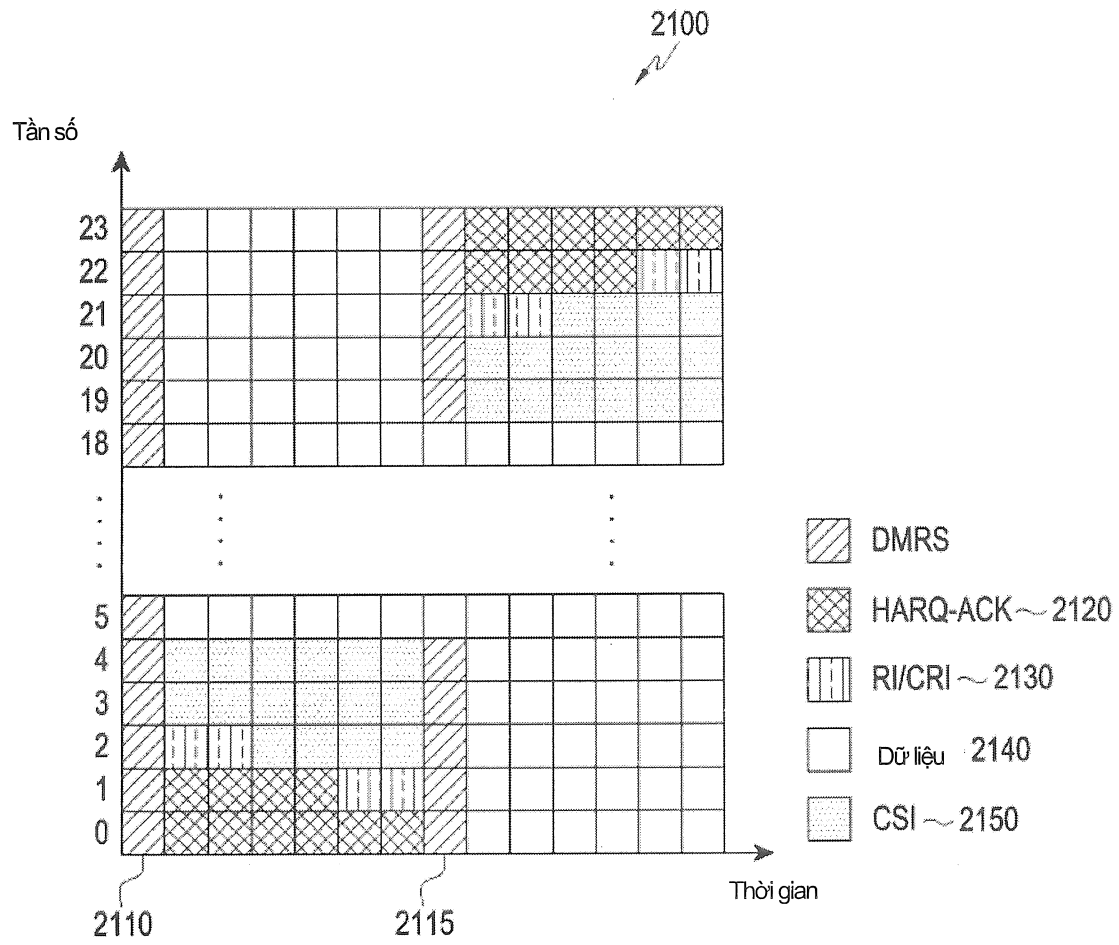


Fig.21

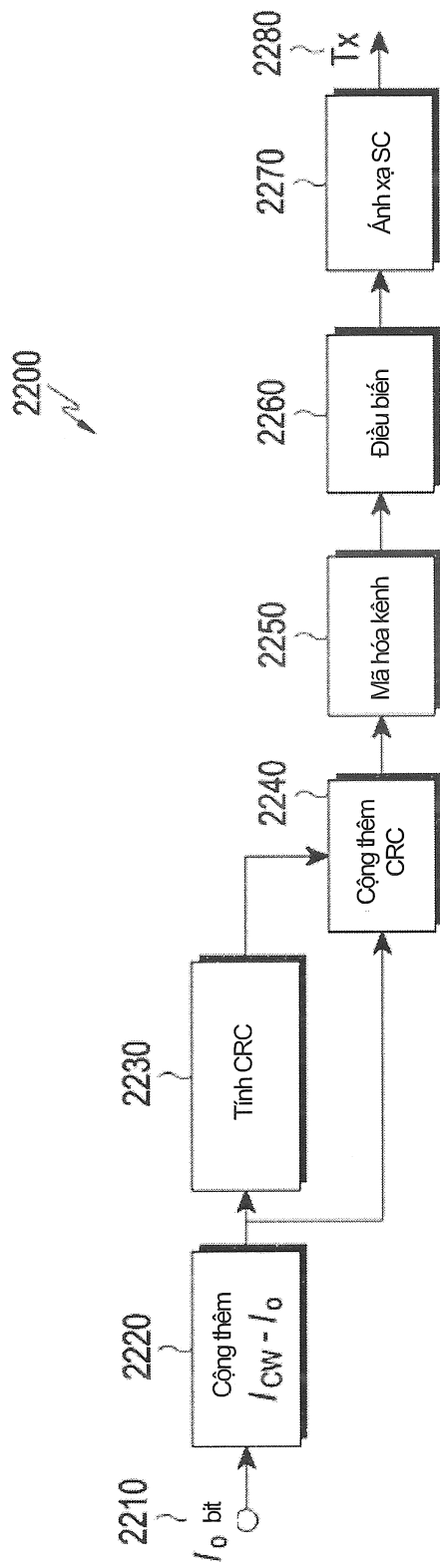


Fig.22

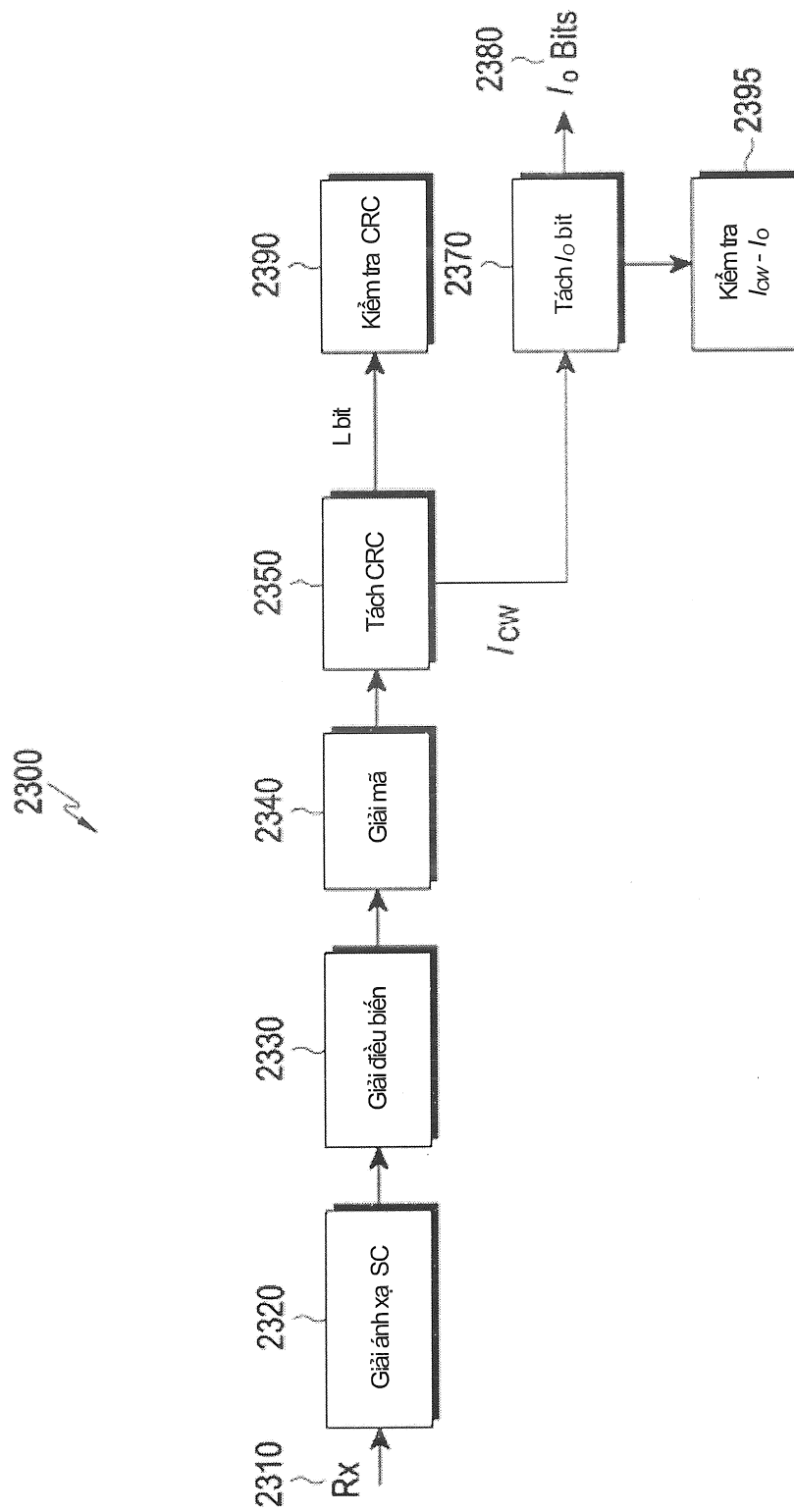


Fig.23

24/27

2400

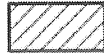
UE phát hiện định dạng DCI với giá trị "chỉ báo từ mã HARQ-ACK" chỉ báo truyền dẫn lại từ mã HARQ-ACK được truyền trong khe cuối thứ hai

2410

UE truyền lại từ mã HARQ-ACK UE được truyền trong khe cuối thứ hai (khe 2)

2430

Khe truyền dẫn từ mã HARQ-ACK từ UE



Khe có DCI lập lịch truyền dẫn từ mã HARQ-ACK

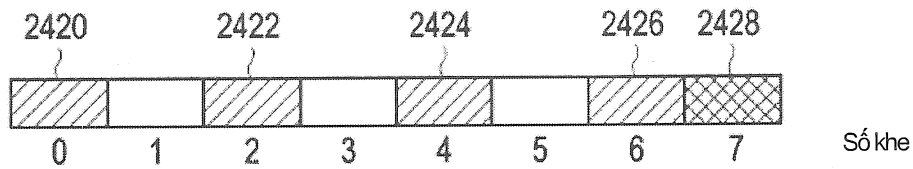


Fig.24

2500

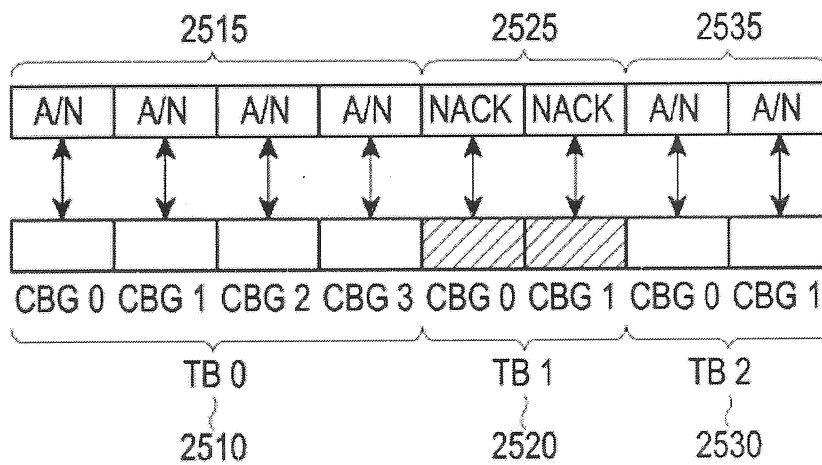


Fig.25

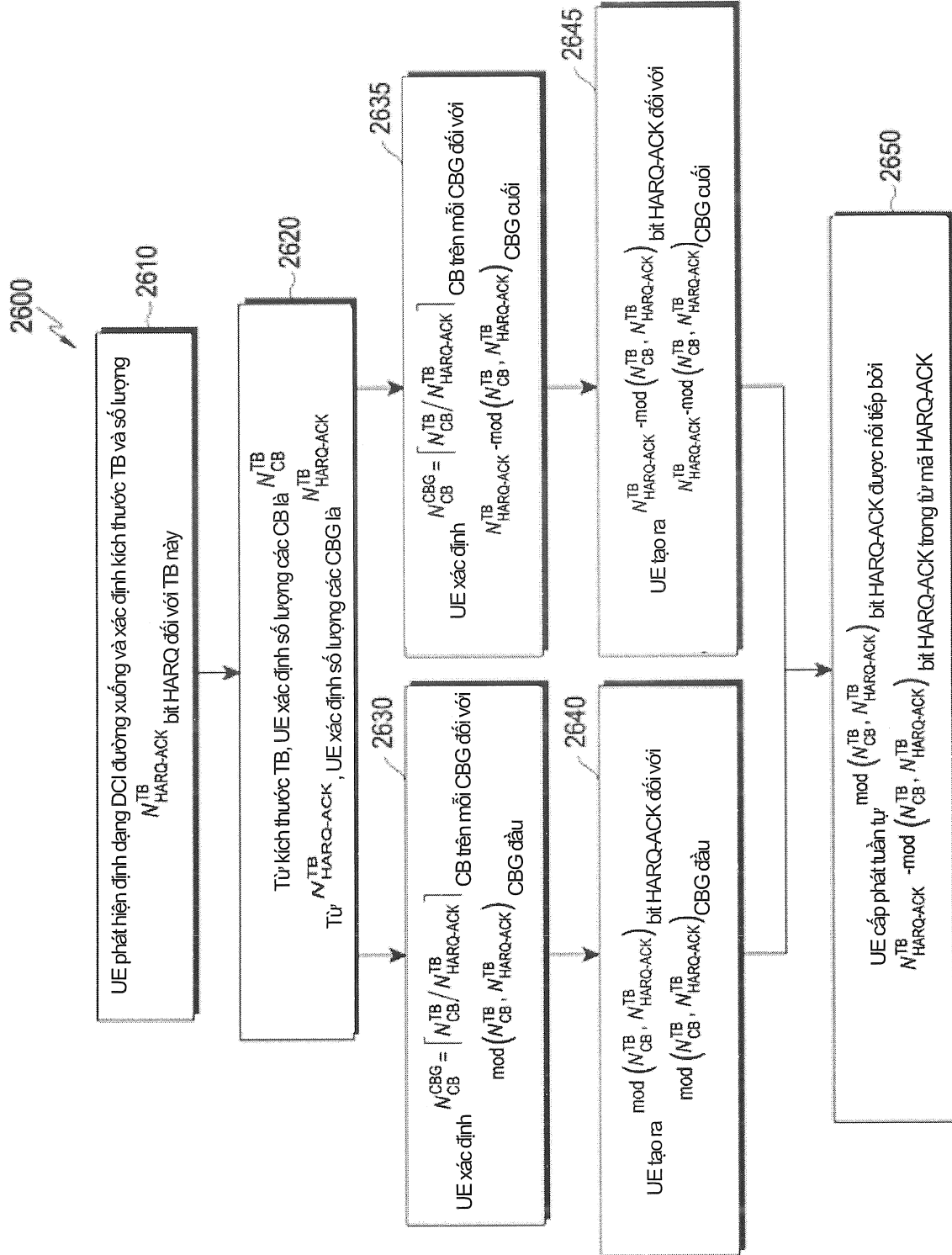


Fig.26

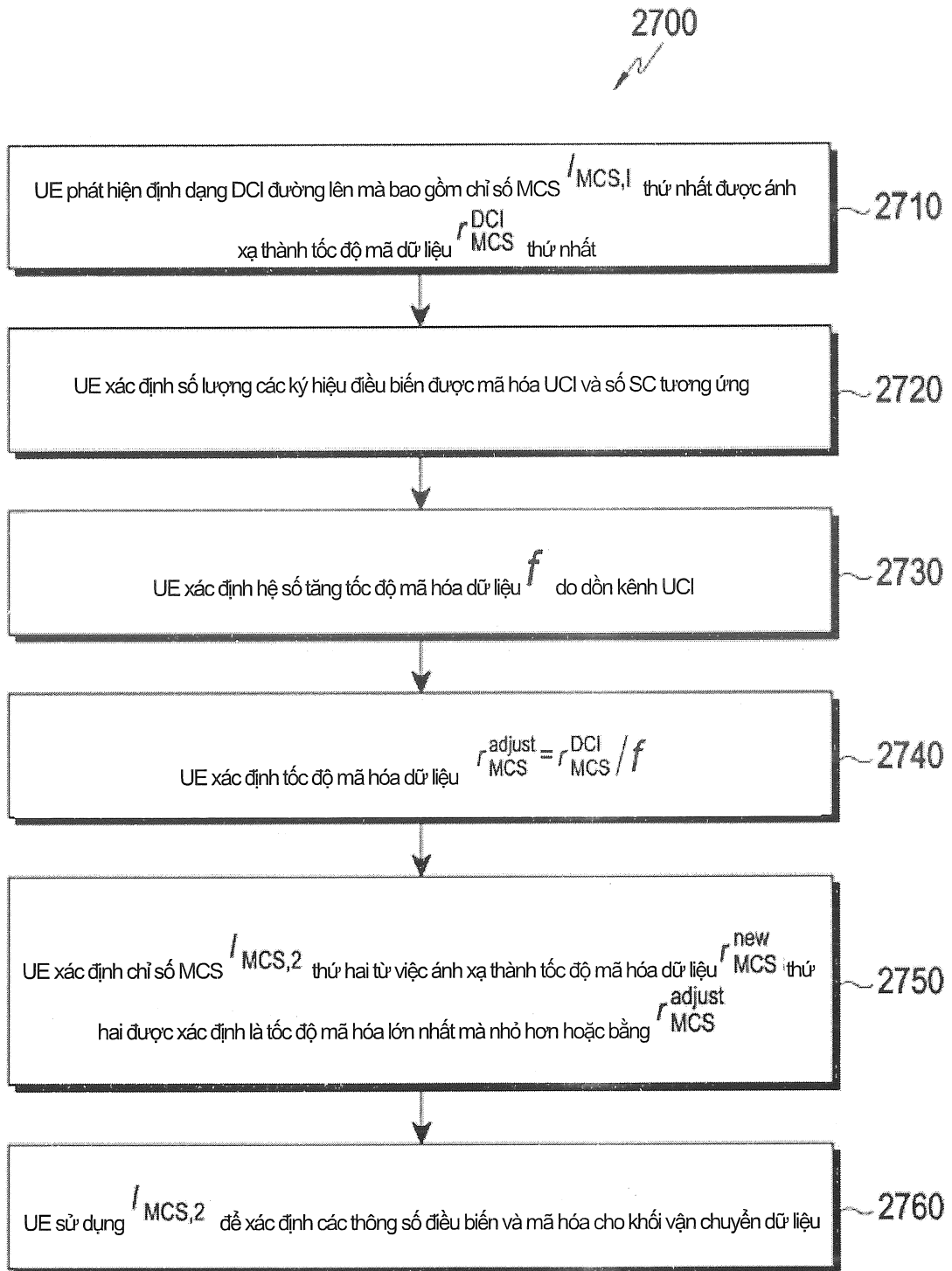


Fig.27

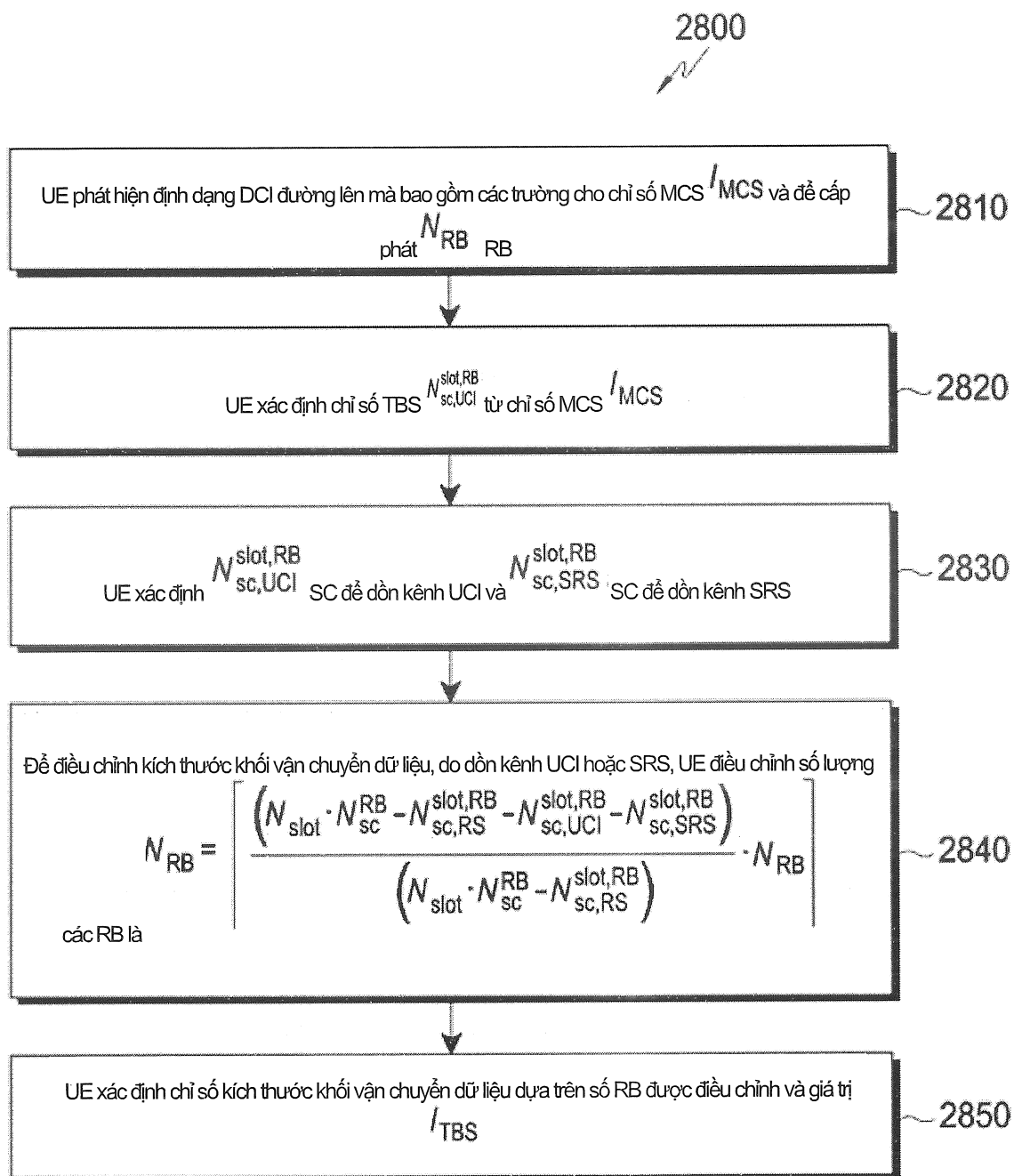


Fig.28