



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

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

(11)



1-0029999

(51)⁸ H04L 1/00; H04W 52/34; H04L 5/00

(13) B

(21) 1-2017-04414

(22) 06/04/2016

(86) PCT/KR2016/003612 06/04/2016

(87) WO 2016/163759 A1 13/10/2016

(30) 62/143,603 06/04/2015 US; 62/172,946 09/06/2015 US; 62/191,309 10/07/2015 US;
15/089,314 01/04/2016 US

(45) 25/11/2021 404

(43) 26/02/2018 359A

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

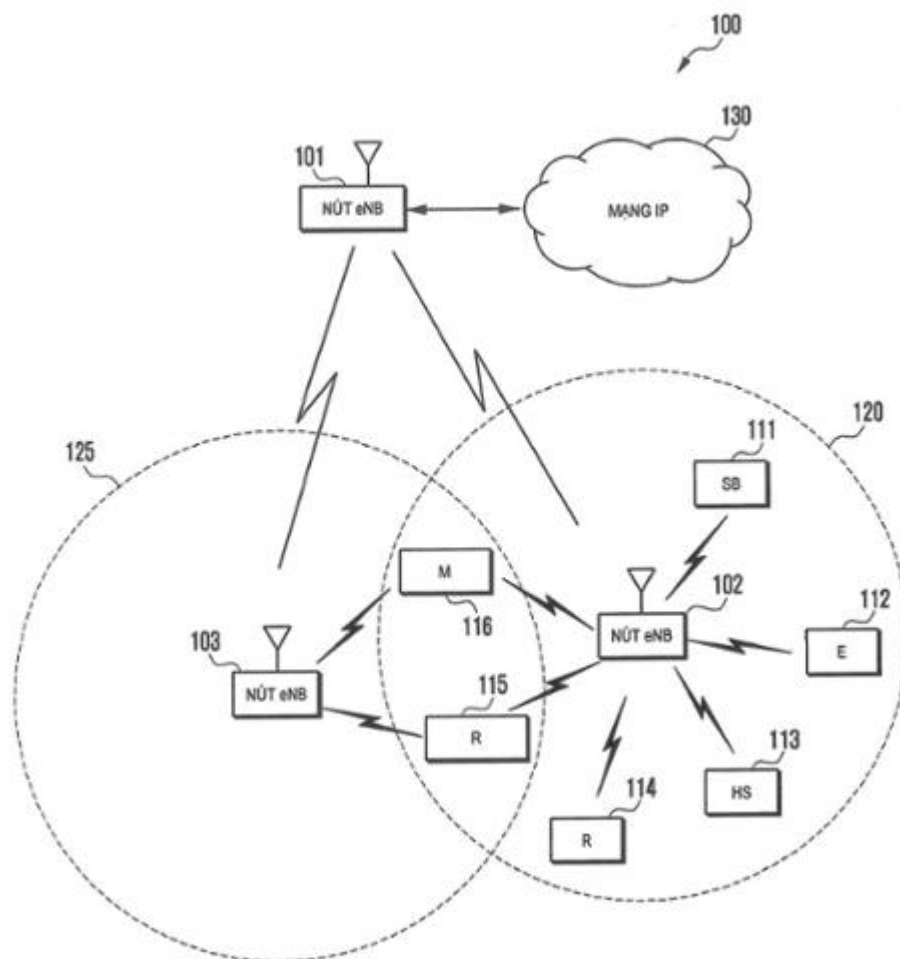
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, Republic of Korea

(72) PAPASAKELLARIOU, Aris (US).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN BẰNG THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ
THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp được thực hiện bằng thiết bị người dùng và thiết bị người dùng, trong đó trạm cơ sở chỉ báo cho thiết bị người dùng (User Equipment, UE) được tạo cấu hình để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang, tài nguyên dùng để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) có định dạng để vận chuyển thông tin báo nhận từ thiết bị UE, và cho phép thiết bị UE xác định tài nguyên và công suất truyền dùng để truyền định dạng đó của kênh PUCCH.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông không dây và, cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xác định tài nguyên và công suất để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Kỹ thuật truyền thông không dây là một trong những sáng tạo thành công nhất trong lịch sử hiện đại. Ngày nay, số lượng thuê bao của các dịch vụ truyền thông không dây đã vượt quá con số năm tỷ và vẫn tiếp tục tăng nhanh. Nhu cầu về lưu lượng dữ liệu không dây đang tăng nhanh vì người dùng và các doanh nghiệp ngày càng sử dụng nhiều loại máy điện thoại thông minh và các thiết bị dữ liệu di động khác, như máy tính bảng, máy tính “xách tay”, máy tính xách tay cỡ nhỏ, thiết bị đọc sách điện tử, và các loại thiết bị khác. Để đáp ứng sự tăng lên của lưu lượng dữ liệu di động và hỗ trợ các ứng dụng mới và triển khai các dịch vụ, việc nâng cao hiệu quả của giao diện vô tuyến và vùng phủ sóng là điều tối quan trọng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các khía cạnh của sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xác định tài nguyên và công suất để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) có định dạng.

Theo phương án thứ nhất, thiết bị người dùng (User Equipment, UE) bao gồm bộ truyền tín hiệu. Bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) có định dạng F trong khung con i trên ô c sử dụng số lượng $M_{PUCCH,c}(i)$ khối tài nguyên (Resource Block, RB). Kênh PUCCH vận chuyển số lượng O_{UCI} phân tử nhị phân (bit) thu được sau khi ghép số lượng O_{CRC} bit kiểm dư vòng (Cyclic Redundancy Check, CRC) với số lượng $O_{UCI,0}$ bit thông tin điều khiển liên kết lên (Uplink Control Information, UCI). O_{UCI} bit này được mã hoá và ánh xạ lên N_{RE} phân tử tài nguyên của kênh PUCCH. Công suất truyền $P_{PUCCH,c}(i)$ của kênh PUCCH là hàm số phụ thuộc vào tỷ số O_{UCI}/N_{RE} .

Theo phương án thứ hai, thiết bị UE bao gồm bộ điều khiển, bộ tạo bit kiểm dư vòng (CRC), bộ mã hoá thứ nhất, bộ xử lý và bộ truyền tín hiệu. Bộ điều khiển được tạo cấu hình để cung cấp số lượng $O_{UCI,0}$ phần tử nhị phân (bit) của thông tin điều khiển liên kết lên (UCI) cho bộ tạo bit kiểm dư vòng (CRC) khi $O_{UCI,0}$ lớn hơn giá trị định trước. Bộ tạo bit CRC được tạo cấu hình để tính số lượng O_{CRC} bit CRC cho số lượng $O_{UCI,0}$ bit UCI và ghép O_{CRC} bit CRC với $O_{UCI,0}$ bit UCI để thu được $O_{UCI} = O_{UCI,0} + O_{CRC}$ bit. Bộ mã hoá thứ nhất được tạo cấu hình để mã hoá O_{UCI} bit. Bộ điều khiển được tạo cấu hình để xác định công suất truyền $P_{PUCCH,c}(i)$ của kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) có định dạng thứ nhất F để vận chuyển O_{UCI} bit mã hoá trong khung con i trên ô c . Bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH có định dạng thứ nhất F trong khung con i trên ô c sử dụng số lượng $M_{PUCCH,c}(i)$ khối tài nguyên (RB) với công suất truyền $P_{PUCCH,c}(i)$ là hàm số phụ thuộc vào tỷ số O_{UCI}/N_{RE} , trong đó N_{RE} là số lượng phần tử tài nguyên được dùng để truyền O_{UCI} bit mã hoá.

Theo phương án thứ ba, trạm cơ sở bao gồm bộ truyền tín hiệu và bộ thu tín hiệu. Bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền các định dạng thứ nhất của thông tin điều khiển liên kết xuống (Downlink Control Information, DCI) trong khung con (Subframe, SF) thứ nhất và các định dạng thứ hai của thông tin DCI trong khung con SF thứ hai sau khung con SF thứ nhất. Các định dạng thứ nhất của thông tin DCI và các định dạng thứ hai của thông tin DCI khởi động thông tin báo nhận trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) có định dạng. Tất cả các định dạng thứ nhất của thông tin DCI, trừ một định dạng của thông tin DCI, có cùng một thông tin về tài nguyên thứ nhất dùng để thu định dạng thứ nhất của kênh PUCCH. Tất cả các định dạng thứ hai của thông tin DCI có cùng một thông tin về tài nguyên thứ hai dùng để thu định dạng thứ hai của kênh PUCCH khác với định dạng thứ nhất của kênh PUCCH. Bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu định dạng thứ hai của kênh PUCCH trên tài nguyên thứ hai.

Theo phương án thứ tư, thiết bị UE bao gồm bộ thu tín hiệu và bộ truyền tín hiệu. Bộ thu tín hiệu được tạo cấu hình để thu các định dạng thứ nhất của thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI) trong khung con (SF) thứ nhất và các định dạng thứ hai của thông tin DCI trong khung con SF thứ hai sau khung con SF thứ nhất. Các định dạng thứ nhất của thông tin DCI và các định dạng thứ hai của thông tin DCI khởi động thông tin báo

nhận trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) có định dạng. Tất cả các định dạng thứ nhất của thông tin DCI, trừ một định dạng của thông tin DCI, có cùng một thông tin về tài nguyên thứ nhất dùng để truyền định dạng thứ nhất của kênh PUCCH. Tất cả các định dạng thứ hai của thông tin DCI có cùng một thông tin về tài nguyên thứ hai dùng để truyền định dạng thứ hai của kênh PUCCH khác với định dạng thứ nhất của kênh PUCCH. Bộ truyền tín hiệu được tạo cấu hình để truyền định dạng thứ hai của kênh PUCCH trên tài nguyên thứ hai.

Trước khi đi vào phần Mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, có thể sẽ thuận lợi nếu xem xét các định nghĩa về một số từ và cụm từ được sử dụng trong sáng chế. Từ “kết nối” và các từ phái sinh của từ này dùng để chỉ sự truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp giữa hai hoặc nhiều hơn hai phần tử, bất kể các phần tử đó có tiếp xúc vật lý với nhau hay không. Các từ “truyền”, “thu” và “truyền thông”, cũng như các từ phái sinh của các từ này, dùng để chỉ sự truyền thông cả trực tiếp lẫn gián tiếp. Các từ “có” và “bao gồm”, cũng như các từ phái sinh của các từ này, có nghĩa là bao gồm không loại trừ. Từ “hoặc” được hiểu là hoặc bao gồm, tức là và/hoặc. Cụm từ “liên quan đến”, cũng như các từ phái sinh của cụm từ này, được hiểu là bao gồm, có ở trong, liên kết với, chứa, nằm ở trong, kết nối với, nối với, truyền thông với, phối hợp với, đặt xen kẽ, đặt cạnh nhau, nằm ở gần, gắn với, có, có đặc tính, có liên quan đến, hoặc các ý nghĩa tương tự khác. Thuật ngữ “bộ điều khiển” dùng để chỉ một thiết bị, hệ thống bất kỳ hoặc một phần của thiết bị, hệ thống bất kỳ để điều khiển ít nhất một thao tác. Bộ điều khiển có thể được chế tạo ở dạng phần cứng hoặc dạng kết hợp giữa phần cứng và phần mềm và/hoặc phần sụn. Chức năng liên quan đến một bộ điều khiển cụ thể có thể được thực hiện theo chế độ tập trung hoặc phân tán, bất kể là tại chỗ hay ở xa. Cụm từ “ít nhất một trong số”, khi được dùng cùng với một danh sách gồm nhiều mục, sẽ được hiểu là có thể sử dụng các dạng kết hợp khác nhau của một hoặc nhiều mục trong số các mục trong danh sách, và có thể chỉ cần sử dụng một mục trong danh sách đó. Ví dụ, “ít nhất một trong số: A, B và C” đề cập đến một trong số các dạng kết hợp như sau: A, B, C, A và B, A và C, B và C, và A và B và C.

Ngoài ra, các chức năng được mô tả dưới đây có thể được thực hiện hoặc hỗ trợ bằng một hoặc nhiều chương trình máy tính, mỗi chương trình máy tính được tạo ra từ mã chương trình đọc được bằng máy tính và được lưu trữ trên vật ghi đọc được bằng máy

tính. Các thuật ngữ “ứng dụng” và “chương trình” dùng để chỉ một hoặc nhiều chương trình máy tính, bộ phận phần mềm, tập lệnh, thủ tục, hàm, đối tượng, lớp, trường hợp, dữ liệu liên quan, hoặc một phần của các loại nêu trên được làm thích ứng để thực hiện theo mã chương trình đọc được bằng máy tính phù hợp. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” đề cập đến một loại mã máy tính bất kỳ, bao gồm mã nguồn, mã đối tượng và mã thi hành được. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” đề cập đến một loại vật ghi bất kỳ có thể truy nhập được bằng máy tính, như bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), ổ đĩa cứng, đĩa compac (Compact Disc, CD), đĩa video kỹ thuật số (Digital Video Disc, DVD), hoặc mọi loại bộ nhớ khác. Vật ghi “bất khả biến” đọc được bằng máy tính loại trừ các liên kết nối dây, không dây, quang học hoặc các liên kết truyền thông khác để truyền tín hiệu điện nhất thời hoặc các tín hiệu khác. Vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính bao gồm các phương tiện mà trên đó dữ liệu có thể được lưu trữ lâu dài và các phương tiện mà trên đó dữ liệu có thể được lưu trữ và sau đó ghi đè lên, như đĩa quang ghi lại được hoặc thiết bị nhớ xoá được.

Các định nghĩa của một số từ và cụm từ khác được nêu trong phần mô tả sáng chế. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng phải hiểu rằng, trong nhiều trường hợp, nếu không muốn nói là trong hầu hết các trường hợp, các định nghĩa như vậy áp dụng cho các từ và cụm từ đã được sử dụng trước đây cũng như sẽ được sử dụng sau này.

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xác định tài nguyên và công suất để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH có định dạng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế và các ưu điểm của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn sau khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau thể hiện các bộ phận giống nhau, và trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ về mạng truyền thông không dây theo sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện ví dụ về thiết bị người dùng (UE) theo sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện ví dụ về nút cơ sở cải tiến (enhanced NodeB, eNB) theo

sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc khung con liên kết lên (Uplink Subframe, UL SF) để truyền tín hiệu trên kênh dùng chung liên kết lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) hoặc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH theo sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện ví dụ về quy trình mã hoá và điều biến thông tin UCI theo sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ về quy trình giải điều biến và giải mã thông tin UCI theo sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ về bộ truyền tín hiệu của thiết bị UE để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH có cấu trúc khung con SF giống như kênh PUSCH theo sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ về bộ thu tín hiệu của nút eNB để thu tín hiệu trên kênh PUCCH có cấu trúc khung con SF giống như kênh PUSCH theo sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông sử dụng dải thông kết hợp sóng mang (Carrier Aggregation, CA) theo sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện quy trình sử dụng trường lệnh điều khiển công suất truyền (Transmission Power Control, TPC) ở trong một định dạng của thông tin DCI theo số lượng định dạng của thông tin DCI mà nút eNB truyền đến thiết bị UE theo sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện quy trình sử dụng trường lệnh TPC có trong một định dạng của thông tin DCI theo định dạng của kênh PUCCH mà thiết bị UE sử dụng để truyền thông tin báo nhận theo cơ chế yêu cầu truyền lại tự động lại (Hybrid Automatic Repeat Request-Acknowledgement, HARQ-ACK) theo sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện cơ chế cung cấp lệnh TPC và thông tin chỉ báo tài nguyên báo nhận (Acknowledgement Resource Indication, ARI) để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK theo sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện quy trình xác định, bằng nút eNB và bằng thiết bị UE, tài nguyên của kênh PUCCH được chỉ báo bằng giá trị của thông tin ARI trong một định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF trong một cửa sổ gói theo sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện quy trình giải mã ở nút eNB cho từ mã thông tin

HARQ-ACK được mã hoá tích chập xén đuôi (Tail Biting Convolutional Code, TBCC) theo sáng chế; và

Fig.15 thể hiện cách chọn đường truyền bằng bộ giải mã sử dụng các bit đã biết trong từ mã theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.15, như được mô tả dưới đây, và các phương án dùng để mô tả các nguyên lý của sáng chế chỉ được coi là ví dụ và không được coi là nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng phải hiểu rằng các nguyên lý của sáng chế có thể được áp dụng trong mọi hệ thống truyền thông không dây có sơ đồ bố trí phù hợp.

Các tài liệu sáng chế và tài liệu mô tả về các tiêu chuẩn được trích dẫn ở đây để dùng làm tài liệu tham khảo cho sáng chế: các tiêu chuẩn 3GPP TS 36.211 v12.4.0, “E-UTRA, Physical channels and modulation” (REF 1); 3GPP TS 36.212 v12.4.0, “E-UTRA, Multiplexing and Channel coding” (REF 2); 3GPP TS 36.213 v12.4.0, “E-UTRA, Physical Layer Procedures” (REF 3); 3GPP TS 36.331 v12.4.0, “E-UTRA, Radio Resource Control (RRC) Protocol Specification” (REF 4); Bằng độc quyền sáng chế Mỹ số 8,588,259, có tên sáng chế là “MULTIPLEXING LARGE PAYLOADS OF CONTROL INFORMATION FROM USER EQUIPMENTS” (REF 5); và loạt đơn đăng ký sáng chế Mỹ (đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 62/143,569 nộp ngày 06/04/2015; đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 62/145,267 nộp ngày 09/04/2015; đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 62/172,306 nộp ngày 08/06/2015; và đơn đăng ký sáng chế Mỹ số 62/144,684 nộp ngày 08/04/2015) (gọi chung là “REF 6”).

Theo một hoặc nhiều phương án thực hiện sáng chế, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xác định tài nguyên và công suất để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang. Mạng truyền thông không dây có liên kết xuống (Downlink, DL) để truyền tín hiệu từ các điểm truyền tín hiệu, như trạm cơ sở hoặc nút cơ sở cải tiến (eNB), đến các thiết bị UE. Mạng truyền thông không dây còn có liên kết lên (Uplink, UL) để truyền tín hiệu từ các thiết bị UE đến các điểm thu tín hiệu, như các nút eNB.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện ví dụ về mạng không dây 100 theo sáng chế. Mạng không dây 100 theo phương án được thể hiện trên Fig.1 chỉ dùng làm ví dụ. Mạng không dây 100 theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

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

Tuỳ theo loại mạng, các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho thuật ngữ “nút eNodeB” hoặc “nút eNB”, như “trạm cơ sở” hoặc “điểm truy nhập”. Để cho thuận tiện, các thuật ngữ “nút eNodeB” và “nút eNB” được sử dụng trong sáng chế để chỉ các thiết bị cơ sở hạ tầng mạng cho phép truy nhập không dây vào các thiết bị đầu cuối ở xa. Ngoài ra, tuỳ theo loại mạng, các thuật ngữ đã biết khác có thể được sử dụng thay cho thuật ngữ “thiết bị người dùng” hoặc “thiết bị UE”, như “trạm di động”, “trạm thuê bao”, “thiết bị đầu cuối ở xa”, “thiết bị đầu cuối không dây” hoặc “thiết bị của người dùng”. Thiết bị UE có thể là thiết bị cố định hoặc thiết bị di động và có thể là máy điện thoại di động, máy tính cá nhân, và các thiết bị khác. Để cho thuận tiện, các thuật ngữ “thiết bị người dùng” và “thiết bị UE” được sử dụng trong sáng chế để chỉ thiết bị không dây ở xa truy nhập không dây vào nút eNB, bất kể thiết bị UE là thiết bị di động (như máy điện thoại di động hoặc máy điện thoại thông minh) hay thiết bị cố định thông thường (như máy tính để bàn hoặc máy bán hàng).

Nút eNB 102 cung cấp dịch vụ truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130 cho nhóm thiết bị người dùng (thiết bị UE) thứ nhất trong vùng phủ sóng 120 của nút eNB 102. Nhóm thiết bị UE thứ nhất gồm có thiết bị UE 111, thiết bị này có thể nằm ở trong một doanh nghiệp nhỏ (Small Business, SB); thiết bị UE 112, thiết bị này có thể nằm ở trong một doanh nghiệp (Enterprise, E); thiết bị UE 113, thiết bị này có thể nằm ở trong điểm truy nhập WiFi (WiFi Hotspot, HS); thiết bị UE 114, thiết bị này có thể nằm ở trong nhà thứ nhất (Residence, R); thiết bị UE 115, thiết bị này có thể nằm ở trong nhà thứ hai (R); và thiết bị UE 114, thiết bị này có thể là một thiết bị di động (Mobile device, M) như máy điện thoại di động, máy tính xách tay không dây, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân

(Personal Digital Assistant, PDA) không dây, hoặc các thiết bị khác. Nút eNB 103 cung cấp dịch vụ truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130 cho nhóm thiết bị UE thứ hai trong vùng phủ sóng 125 của nút eNB 103. Nhóm thiết bị UE thứ hai gồm có thiết bị UE 115 và thiết bị UE 114. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, một hoặc nhiều nút eNB 101-103 có thể truyền thông với nhau và truyền thông với các thiết bị UE 111-116 sử dụng công nghệ truyền thông không dây 5G, LTE, LTE-A, WiMAX, hoặc các công nghệ truyền thông không dây cải tiến khác.

Các đường nét đứt biểu thị phạm vi của các vùng phủ sóng 120 và 125 ở mức độ gần đúng, phạm vi này được thể hiện trên hình vẽ dưới dạng gần như hình tròn chỉ là để cho dễ minh họa và giải thích. Cần phải hiểu rõ rằng, các vùng phủ sóng liên quan đến các nút eNB, như các vùng phủ sóng 120 và 125, có thể có hình dạng khác, có cả hình dạng không đều, tùy thuộc vào cấu hình của các nút eNB và những thay đổi trong môi trường vô tuyến liên quan đến các chướng ngại vật tự nhiên và nhân tạo.

Như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, các bộ phận khác nhau trong mạng 100 (như các nút eNB 101-103 và/hoặc các thiết bị UE 111-116) hỗ trợ thích ứng với hướng truyền thông trong mạng 100, và có thể hỗ trợ truyền tín hiệu trên liên kết DL hoặc liên kết UL để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang.

Mặc dù Fig.1 thể hiện một ví dụ về mạng không dây 100, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho mạng không dây theo phương án được thể hiện trên Fig.1. Ví dụ, mạng không dây 100 có thể có các nút eNB với số lượng bất kỳ và các thiết bị UE với số lượng bất kỳ theo mọi sơ đồ bố trí phù hợp. Ngoài ra, nút eNB 101 có thể truyền thông trực tiếp với các thiết bị UE với số lượng bất kỳ và cho phép các thiết bị UE này truy nhập không dây dải rộng vào mạng 130. Tương tự, mỗi nút eNB 102-103 có thể truyền thông trực tiếp giữa chúng với nhau hoặc với mạng 130 và cho phép các thiết bị UE truy nhập không dây dải rộng trực tiếp vào mạng 130. Ngoài ra, các nút eNB 101, 102 và/hoặc 103 có thể cho phép truy nhập vào các mạng bên ngoài khác hoặc các mạng bên ngoài bổ sung, như các mạng điện thoại bên ngoài hoặc các loại mạng dữ liệu khác.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện ví dụ về thiết bị UE 114 theo sáng chế. Thiết bị UE 114 theo phương án được thể hiện trên Fig.2 chỉ dùng làm ví dụ, và các thiết bị UE khác trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như vậy. Tuy nhiên, thiết bị UE có rất nhiều

cấu hình khác nhau, và Fig.2 không giới hạn phạm vi của sáng chế ở bất kỳ cấu hình cụ thể nào của thiết bị UE.

Như được thể hiện trên Fig.2, thiết bị UE 114 bao gồm anten 205, bộ thu phát tần số vô tuyến (Radio Frequency, RF) 210, mạch xử lý truyền tín hiệu 215, micro 220 và mạch xử lý thu tín hiệu 225. Thiết bị UE 114 còn bao gồm loa 230, bộ điều khiển/bộ xử lý 240, giao diện (Interface, IF) nhập/xuất (Input/Output, I/O) 245, bộ phận nhập 250, màn hình 255 và bộ nhớ 260. Bộ nhớ 260 có chương trình hệ điều hành (Operating System, OS) 261 và một hoặc nhiều ứng dụng 262.

Bộ thu phát tín hiệu RF 210 thu, từ anten 205, tín hiệu RF đầu vào được truyền từ nút eNB hoặc thiết bị UE khác. Bộ thu phát tín hiệu RF 210 biến đổi hạ tần cho tín hiệu RF đầu vào để tạo ra tín hiệu trung tần (Intermediate Frequency, IF) hoặc tín hiệu dải gốc. Tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc được truyền đến mạch xử lý thu tín hiệu 225, mạch này tạo ra tín hiệu dải gốc đã xử lý sau khi lọc, giải mã và/hoặc số hoá tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc. Mạch xử lý thu tín hiệu 225 truyền tín hiệu dải gốc đã xử lý đến loa 230 (như dữ liệu tiếng nói) hoặc truyền đến bộ điều khiển/bộ xử lý 240 để xử lý tiếp (như dữ liệu trình duyệt web).

Mạch xử lý truyền tín hiệu 215 thu dữ liệu tiếng nói dạng tương tự hoặc dạng số từ micro 220 hoặc dữ liệu dải gốc đầu ra khác (như dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu hình ảnh trò chơi tương tác) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 240. Mạch xử lý truyền tín hiệu 215 mã hoá, dồn kênh và/hoặc số hoá dữ liệu dải gốc đầu ra để tạo ra tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc đã xử lý. Bộ thu phát tín hiệu RF 210 thu tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc đầu ra đã xử lý từ mạch xử lý truyền tín hiệu 215 và biến đổi tăng tần cho tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc thành tín hiệu RF để truyền qua anten 205.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 240 có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc thiết bị xử lý khác và có thể thực hiện chương trình OS 261 được lưu trữ trong bộ nhớ 260 để điều khiển toàn bộ hoạt động của thiết bị UE 114. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 240 có thể điều khiển chức năng thu tín hiệu trên kênh liên kết thuận và truyền tín hiệu trên kênh liên kết ngược của bộ thu phát tín hiệu RF 210, mạch xử lý thu tín hiệu 225 và mạch xử lý truyền tín hiệu 215 theo các nguyên tắc đã biết. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 240 có ít nhất một bộ vi điều khiển hoặc bộ vi xử lý.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 240 cũng có khả năng thực hiện các quy trình và chương trình khác được lưu trữ trong bộ nhớ 260. Bộ điều khiển/bộ xử lý 240 có thể đưa dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 260 theo yêu cầu của quy trình đang thực hiện. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 240 được tạo cấu hình để thực hiện các ứng dụng 262 dựa vào chương trình OS 261 hoặc đáp lại các tín hiệu thu được từ các nút eNB, các thiết bị UE khác, hoặc người dùng. Bộ điều khiển/bộ xử lý 240 cũng được kết nối với giao diện I/O 245, giao diện này cho phép thiết bị UE 114 kết nối với các thiết bị khác như máy tính xách tay và máy tính cầm tay. Giao diện I/O 245 là đường truyền thông giữa các thiết bị phụ trợ và bộ điều khiển/bộ xử lý 240.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 240 cũng được kết nối với bộ phận nhập 250 (ví dụ màn hình cảm ứng, vùng phím, v.v.) và màn hình 255. Người dùng của thiết bị UE 114 có thể sử dụng bộ phận nhập 250 để nhập dữ liệu vào thiết bị UE 114. Màn hình 255 có thể là màn hình tinh thể lỏng hoặc màn hình khác có khả năng kết xuất văn bản và/hoặc ít nhất là các đồ họa hạn chế, như nội dung từ các trang web. Màn hình 255 cũng có thể là màn hình cảm ứng.

Bộ nhớ 260 được kết nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 240. Một phần của bộ nhớ 260 có thể là bộ nhớ tín hiệu điều khiển hoặc dữ liệu (bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM), và một phần khác của bộ nhớ 260 có thể là bộ nhớ tác động nhanh hoặc bộ nhớ chỉ đọc (ROM) khác.

Như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, các đường truyền và thu tín hiệu của thiết bị UE 114 (được tạo ra bằng cách sử dụng bộ thu phát tín hiệu RF 210, mạch xử lý truyền tín hiệu 215 và/hoặc mạch xử lý thu tín hiệu 225) hỗ trợ truyền tín hiệu trên liên kết DL hoặc liên kết UL tương ứng để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang.

Mặc dù Fig.2 thể hiện một ví dụ về thiết bị UE 114, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho thiết bị UE theo phương án được thể hiện trên Fig.2. Ví dụ, các bộ phận khác nhau trên Fig.2 có thể được kết hợp với nhau, được chia nhỏ hơn nữa, hoặc được loại bỏ bớt, và có thể được bổ sung thêm các bộ phận khác tùy theo yêu cầu cụ thể. Lấy ví dụ cụ thể, bộ điều khiển/bộ xử lý 240 có thể được phân chia ra thành nhiều bộ xử lý, như một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU) và một hoặc nhiều bộ xử lý đồ họa (Graphics Processing Unit, GPU). Ngoài ra, mặc dù

Fig.2 thể hiện thiết bị UE 114 được tạo cấu hình giống như là máy điện thoại di động hoặc máy điện thoại thông minh, nhưng các thiết bị UE có thể được tạo cấu hình để hoạt động giống như là các loại thiết bị di động hoặc cố định khác. Hơn nữa, các bộ phận trên Fig.2 có thể được nhân lên nhiều lần, chẳng hạn như khi sử dụng các thành phần RF khác nhau để truyền thông với các nút eNB 101-103 và các thiết bị UE khác.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện ví dụ về nút eNB 102 theo sáng chế. Nút eNB 102 theo phương án được thể hiện trên Fig.3 chỉ dùng làm ví dụ, và các nút eNB khác trên Fig.1 có thể có cấu hình giống hoặc tương tự như vậy. Tuy nhiên, nút eNB có rất nhiều cấu hình khác nhau, và Fig.3 không giới hạn phạm vi của sáng chế ở bất kỳ cấu hình cụ thể nào của nút eNB.

Như được thể hiện trên Fig.3, nút eNB 102 bao gồm nhiều anten 305a-305n, nhiều bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n, mạch xử lý truyền tín hiệu 315 và mạch xử lý thu tín hiệu 320. Nút eNB 102 còn bao gồm bộ điều khiển/bộ xử lý 325, bộ nhớ 330 và giao diện kết nối hành trình ngược và/hoặc mạng 335.

Các bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n thu, từ các anten 305a-305n, các tín hiệu RF đầu vào, như các tín hiệu được truyền từ các thiết bị UE hoặc các nút eNB khác. Các bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n biến đổi hạ tần cho các tín hiệu RF đầu vào để tạo ra các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc. Các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc được truyền đến mạch xử lý thu tín hiệu 320, mạch này tạo ra các tín hiệu dải gốc đã xử lý sau khi lọc, giải mã và/hoặc số hoá các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc. Mạch xử lý thu tín hiệu 320 truyền các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc đến bộ điều khiển/bộ xử lý 325 để xử lý tiếp.

Mạch xử lý truyền tín hiệu 315 thu dữ liệu dạng tương tự hoặc dạng số (như dữ liệu tiếng nói, dữ liệu web, thư điện tử, hoặc dữ liệu hình ảnh trò chơi tương tác) từ bộ điều khiển/bộ xử lý 325. Mạch xử lý truyền tín hiệu 315 mã hoá, dồn kênh và/hoặc số hoá các tín hiệu dải gốc đầu ra để tạo ra các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc đã xử lý. Các bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n thu các tín hiệu IF hoặc tín hiệu dải gốc đã xử lý đầu ra từ mạch xử lý truyền tín hiệu 315 và biến đổi tăng tần cho các tín hiệu IF hoặc các tín hiệu dải gốc thành các tín hiệu RF để truyền qua các anten 305a-305n.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc thiết bị xử lý

khác để điều khiển toàn bộ hoạt động của nút eNB 102. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có thể điều khiển chức năng thu tín hiệu trên kênh liên kết thuận và truyền tín hiệu trên kênh liên kết ngược của các bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n, mạch xử lý thu tín hiệu 320 và mạch xử lý truyền tín hiệu 315 theo các nguyên tắc đã biết. Bộ điều khiển/bộ xử lý 325 cũng có thể hỗ trợ các chức năng khác, như các chức năng truyền thông không dây cải tiến hơn nữa. Ví dụ, bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có thể hỗ trợ các thao tác tạo chùm và định tuyến theo hướng, trong đó các tín hiệu đầu ra từ các anten 305a-305n được gán trọng số khác nhau để định tuyến các tín hiệu đầu ra theo hướng mong muốn sao cho có hiệu quả. Mọi chức năng trong số rất nhiều chức năng khác có thể được hỗ trợ cho nút eNB 102 bằng bộ điều khiển/bộ xử lý 325. Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có ít nhất một bộ vi điều khiển hoặc bộ vi xử lý.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 325 cũng có khả năng thực hiện các quy trình và chương trình khác được lưu trữ trong bộ nhớ 330, như chương trình OS. Bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có thể đưa dữ liệu vào trong hoặc ra ngoài bộ nhớ 330 theo yêu cầu của quy trình đang thực hiện.

Bộ điều khiển/bộ xử lý 325 cũng được kết nối với giao diện kết nối hành trình ngược và/hoặc mạng 335. Giao diện kết nối hành trình ngược và/hoặc mạng 335 cho phép nút eNB 102 truyền thông với các thiết bị hoặc hệ thống khác qua kết nối hành trình ngược hoặc qua mạng. Giao diện 335 có thể hỗ trợ truyền thông qua mọi kết nối nối dây hoặc không dây phù hợp. Ví dụ, khi nút eNB 102 được sử dụng dưới dạng là một bộ phận trong hệ thống truyền thông di động (như hệ thống 5G, LTE, hoặc LTE-A), thì giao diện 335 có thể cho phép nút eNB 102 truyền thông với các nút eNB khác, như nút eNB 103, qua kết nối hành trình ngược nối dây hoặc không dây. Khi nút eNB 102 được sử dụng dưới dạng điểm truy cập, thì giao diện 335 có thể cho phép nút eNB 102 truyền thông qua mạng cục bộ nối dây hoặc không dây hoặc qua kết nối nối dây hoặc không dây với mạng lớn hơn (như mạng internet). Giao diện 335 có cấu trúc phù hợp bất kỳ để hỗ trợ truyền thông qua kết nối nối dây hoặc không dây, như mạng Ethernet hoặc bộ thu phát tín hiệu RF.

Bộ nhớ 330 được kết nối với bộ điều khiển/bộ xử lý 325. Một phần của bộ nhớ 330 có thể là bộ nhớ RAM, và một phần khác của bộ nhớ 330 có thể là bộ nhớ tác động nhanh

hoặc bộ nhớ ROM khác.

Như sẽ được mô tả chi tiết dưới đây, các đường truyền và thu tín hiệu của nút eNB 102 (được tạo ra bằng cách sử dụng các bộ thu phát tín hiệu RF 310a-310n, mạch xử lý truyền tín hiệu 315 và/hoặc mạch xử lý thu tín hiệu 320) hỗ trợ truyền tín hiệu trên liên kết DL hoặc liên kết UL tương ứng để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang.

Mặc dù Fig.3 thể hiện một ví dụ về nút eNB 102, nhưng nhiều dạng thay đổi khác nhau có thể được áp dụng cho nút eNB theo phương án được thể hiện trên Fig.3. Ví dụ, nút eNB 102 có thể có các bộ phận được thể hiện trên Fig.3 với số lượng bất kỳ. Lấy ví dụ cụ thể, điểm truy nhập có thể có nhiều giao diện 335, và bộ điều khiển/bộ xử lý 325 có thể hỗ trợ chức năng định tuyến để định tuyến dữ liệu giữa các địa chỉ mạng khác nhau. Lấy ví dụ cụ thể khác, mặc dù trên hình vẽ chỉ thể hiện một mạch xử lý truyền tín hiệu 315 và một mạch xử lý thu tín hiệu 320, nhưng nút eNB 102 có thể có nhiều mạch xử lý truyền tín hiệu và nhiều mạch xử lý thu tín hiệu (chẳng hạn như một mạch xử lý truyền tín hiệu và một mạch xử lý thu tín hiệu cho mỗi bộ thu phát tín hiệu RF).

Trong một số mạng không dây, các tín hiệu DL có thể là tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển liên kết xuống (DCI), và các tín hiệu tham chiếu (Reference Signal, RS), còn được gọi là tín hiệu thử nghiệm. Nút eNB, như nút eNB 102, có thể truyền một hoặc nhiều loại trong số các loại tín hiệu RS, gồm có tín hiệu RS dùng chung cho các thiết bị UE (Common RS, CRS), tín hiệu RS dùng cho thông tin trạng thái kênh (Channel State Information RS, CSI-RS), và tín hiệu RS giải điều biến (Demodulation RS, DMRS). Tín hiệu CRS có thể được truyền trên dải thông (Bandwidth, BW) của hệ thống DL và có thể được thiết bị UE, như thiết bị UE 114, sử dụng để giải điều biến dữ liệu hoặc các tín hiệu điều khiển, hoặc để thực hiện các phép đo. Để giảm lượng thông tin thủ tục CRS, nút eNB 102 có thể truyền tín hiệu CSI-RS có mật độ ở miền thời gian thấp hơn so với tín hiệu CRS (xem các tài liệu REF 1 và REF 3). Thiết bị UE 114 có thể sử dụng tín hiệu CRS hoặc tín hiệu CSI-RS để thực hiện các phép đo và việc chọn tín hiệu nào có thể là dựa vào chế độ truyền (Transmission Mode, TM) mà nút eNB 102 tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 sử dụng để thu tín hiệu trên kênh dùng chung liên kết xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel, PDSCH) (xem tài liệu REF 3). Cuối cùng, thiết bị UE 114 có thể sử dụng tín hiệu DMRS để giải

điều biến dữ liệu hoặc các tín hiệu điều khiển. Nút eNB 102 có thể truyền thông tin dữ liệu đến thiết bị UE 114 qua kênh PDSCH. Kênh vận chuyển để truyền thông tin từ kênh PDSCH đến các tầng cao hơn được gọi là kênh dùng chung liên kết xuống (Downlink Shared Channel, DL-SCH). Nút eNB có thể truyền thông tin DCI đến thiết bị UE thông qua định dạng của thông tin DCI truyền trên kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel, PDCCH).

Trong một số mạng không dây, các tín hiệu UL có thể là tín hiệu dữ liệu vận chuyển nội dung thông tin, tín hiệu điều khiển vận chuyển thông tin điều khiển liên kết lên (UCI), và tín hiệu RS. Thiết bị UE, như thiết bị UE 114, có thể truyền thông tin dữ liệu hoặc thông tin UCI qua kênh dùng chung liên kết lên vật lý (PUSCH) tương ứng hoặc kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) đến nút eNB, như nút eNB 102. Kênh vận chuyển để truyền thông tin từ kênh PUSCH đến các tầng cao hơn được gọi là kênh dùng chung liên kết lên (Uplink Shared Channel, UL-SCH). Khi thiết bị UE 114 đồng thời truyền thông tin dữ liệu và thông tin UCI, thì thiết bị UE 114 có thể dồn kênh cho hai thông tin này vào một kênh PUSCH hoặc đồng thời truyền thông tin dữ liệu và có thể truyền một số thông tin UCI trên kênh PUSCH và truyền một phần hoặc toàn bộ thông tin UCI trên kênh PUCCH. Thông tin UCI có thể gồm có thông tin báo nhận theo cơ chế yêu cầu truyền lại tự động lại (Hybrid Automatic Repeat Request-ACKnowledgement, HARQ-ACK) chỉ báo các trường hợp thu được các khối vận chuyển dữ liệu (Transport Block, TB) chính xác hay không chính xác trên các kênh PDSCH tương ứng, thông tin yêu cầu lập lịch biểu (Scheduling Request, SR) chỉ báo cho nút eNB 102 biết về việc thiết bị UE 114 đang có dữ liệu trong bộ nhớ đệm của thiết bị, và thông tin trạng thái kênh (CSI) cho phép nút eNB 102 chọn các thông số thích hợp để truyền tín hiệu trên kênh PDSCH hoặc kênh PDCCH đến thiết bị UE 114. Thông tin HARQ-ACK có thể là thông tin báo nhận khẳng định (positive ACKnowledgement, ACK) đáp lại trường hợp thu được tín hiệu trên kênh PDCCH hoặc thu được các khối vận chuyển dữ liệu chính xác, thông tin báo nhận phủ định (Negative ACKnowledgement, NACK) đáp lại trường hợp thu được các khối vận chuyển dữ liệu không chính xác, và trường hợp không thu được tín hiệu trên kênh PDCCH (DTX) có thể ở trạng thái ẩn hoặc trạng thái hiện. Trạng thái DTX có thể là trạng thái ẩn khi thiết bị UE 114 không truyền thông tin HARQ-ACK. Thiết bị UE cũng có thể truyền thông tin NACK và DTX bằng cùng một trạng thái

NACK/DTX trong thông tin HARQ-ACK (xem tài liệu REF 3).

Thông tin CSI có thể là thông tin chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, CQI) để thông báo cho nút eNB 102 về kích thước khối vận chuyển (Transport Block Size, TBS) có sơ đồ điều biến và mã hoá (Modulation and Coding Scheme, MCS), thông tin này có thể được thu bằng thiết bị UE 114 với tỷ lệ lỗi khối (Block Error Rate, BLER) mục tiêu định trước, thông tin chỉ báo ma trận mã hoá trước (Precoding Matrix Indicator, PMI) để thông báo cho nút eNB 102 về cách thức kết hợp các tín hiệu từ nhiều anten truyền theo nguyên lý truyền có nhiều đầu vào nhiều đầu ra (Multiple Input Multiple Output, MIMO), và thông tin chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI) để chỉ báo hạng truyền của kênh PDSCH (xem tài liệu REF 3). Ví dụ, thiết bị UE 114 có thể xác định thông tin CQI từ giá trị đo tỷ số tín hiệu/nhiều và tạp âm (Signal-to-Interference and Noise Ratio, SINR) và còn xem xét chế độ truyền (TM) được tạo cấu hình để áp dụng cho kênh PDSCH và đặc trưng thu tín hiệu của thiết bị UE 114. Thiết bị UE có thể sử dụng tín hiệu CRS hoặc tín hiệu CSI-RS truyền từ nút eNB để xác định thông tin CSI (xem tài liệu REF 3). Nút eNB 102 có thể tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 để truyền thông tin CSI định kỳ (Periodic CSI, P-CSI) trên kênh PUCCH hoặc để truyền thông tin CSI không định kỳ (Aperiodic CSI, A-CSI) theo lịch biểu động trên kênh PUSCH (xem tài liệu REF 2 và REF 3).

Tín hiệu UL RS có thể là tín hiệu DMRS và tín hiệu RS thăm dò (Sounding RS, SRS). Tín hiệu DMRS có thể được truyền chỉ trong dải thông BW của kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH tương ứng, và nút eNB 102 có thể sử dụng tín hiệu DMRS này để giải điều biến thông tin trên kênh PUSCH hoặc kênh PUCCH. Tín hiệu SRS có thể được truyền từ thiết bị UE 114 để cung cấp cho nút eNB 102 thông tin UL CSI (xem tài liệu REF 2 và REF 3).

Nút eNB 102 có thể lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114 hoặc truyền tín hiệu trên kênh PUSCH từ thiết bị UE 114 dựa vào các định dạng của thông tin DCI tương ứng được vận chuyển bằng các kênh PDCCH tương ứng. Các định dạng của thông tin DCI cũng có thể cung cấp các thông tin chức năng khác (xem tài liệu REF 2).

Khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, TTI) cho tín hiệu báo hiệu

DL hoặc cho tín hiệu báo hiệu UL là một khung con (SF). Ví dụ, thời khoảng của khung con SF có thể bằng một mili-giây (ms). Một đơn vị gồm 10 khung con SF, đánh số từ 0 đến 9, được gọi là một khung hệ thống. Trong hệ thống song công phân thời (Time Division Duplex, TDD), hướng truyền thông trong một số khung con SF là hướng liên kết DL, và hướng truyền thông trong một số khung con SF khác là hướng liên kết UL.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện ví dụ về cấu trúc khung con UL SF để truyền tín hiệu trên kênh PUSCH hoặc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH theo sáng chế. Cấu trúc khung con UL SF theo phương án được thể hiện trên Fig.4 chỉ dùng làm ví dụ. Cấu trúc khung con UL SF theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu báo hiệu UL có thể sử dụng kỹ thuật dồn kênh phân tần trực giao trải phổ theo thuật toán biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform Spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing, DFT-S-OFDM). Cấu trúc khung con UL SF 410 gồm có hai khe. Mỗi khe 420 có $A_{seNB,1}$ ký hiệu 430 mà thiết bị UE 114 sử dụng để truyền thông tin dữ liệu, thông tin UCI, hoặc tín hiệu RS chứa một ký hiệu trong mỗi khe mà thiết bị UE 114 sử dụng để truyền tín hiệu DMRS 440. Dải thông BW truyền tín hiệu gồm có các đơn vị tài nguyên tần số được gọi là các khối tài nguyên (RB). Mỗi khối RB có $A_{seNB,2}$ sóng mang thứ cấp (ảo) được gọi là các phần tử tài nguyên (Resource Element, RE). Một đơn vị truyền của một khối RB trong một khe được gọi là khối RB vật lý (Physical RB, PRB) và một đơn vị truyền của một khối RB trong một khung con SF được gọi là cặp khối PRB. Thiết bị UE 114 được phân định M_{PUSCH} khối RB với tổng số $M_{SC}^{PUSCH} = M_{PUSCH} \cdot N_{SC}^{RB}$ phần tử RE 450 trong dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUSCH ('X'='S') hoặc trong dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUCCH ('X'='C'). Ký hiệu cuối cùng của khung con SF có thể được sử dụng để dồn kênh các tín hiệu SRS 460 truyền từ một hoặc nhiều thiết bị UE. Số lượng ký hiệu trong khung con UL SF có sẵn dùng để truyền thông tin dữ liệu/UCI/DMRS là $N_{symp}^{PUSCH} = 2 \cdot (N_{symp}^{UL} - 1) - N_{SRS}$. $N_{SRS} = 1$ khi ký hiệu cuối cùng của khung con SF hỗ trợ truyền các tín hiệu SRS từ các thiết bị UE có ít nhất một phần của dải thông BW chồng chập với dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUSCH; trái lại, $N_{SRS} = 0$. Vì vậy, tổng số phần tử RE để truyền tín

hiệu trên kênh PUXCH là $M_{SC}^{PUXCH} \cdot N_{ymb}^{PUXCH}$.

Khi cấu trúc trên Fig.4 được sử dụng để truyền thông tin UCI (thông tin HARQ-ACK hoặc thông tin P-CSI) trên kênh PUCCH, thì trong đó không có thông tin dữ liệu, và thông tin UCI có thể được ánh xạ lên tất cả các phần tử RE, ngoại trừ các phần tử RE dùng để truyền tín hiệu DMRS hoặc tín hiệu SRS.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện ví dụ về quy trình mã hoá và điều biến thông tin UCI theo sáng chế. Quy trình mã hoá và điều biến theo phương án được thể hiện trên Fig.5 chỉ dùng làm ví dụ. Quy trình mã hoá và điều biến theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Khi xác định rằng số lượng $O_{UCI,0}$ bit UCI lớn hơn giá trị định trước, thì bộ điều khiển của thiết bị UE 114 (không được thể hiện trên hình vẽ) cung cấp các bit UCI 510 cho bộ tạo bit CRC 520 để tính số lượng O_{CRC} bit CRC cho $O_{UCI,0}$ bit UCI và ghép O_{CRC} bit CRC, chẳng hạn như 8 bit CRC, với $O_{UCI,0}$ bit UCI để thu được O_{UCI} bit UCI và CRC 530. Bộ mã hoá 540, như bộ mã hoá tích chập xén đuôi (Tail Biting Convolutional Code, TBCC), mã hoá O_{UCI} bit đầu ra. Bộ phận so khớp tốc độ 550 thực hiện chức năng so khớp tốc độ với các tài nguyên được phân định, sau đó bộ phận xáo trộn 560 thực hiện chức năng xáo trộn, bộ điều biến 570 thực hiện chức năng điều biến các bit mã hoá, ví dụ sử dụng sơ đồ điều biến dịch pha vuông góc (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK), bộ phận ánh xạ phần tử RE 580 thực hiện chức năng ánh xạ cho các phần tử RE, và cuối cùng là bộ truyền tín hiệu thực hiện chức năng truyền tín hiệu điều khiển 590.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ về quy trình giải điều biến và giải mã thông tin UCI theo sáng chế. Quy trình giải điều biến và giải mã theo phương án được thể hiện trên Fig.6 chỉ dùng làm ví dụ. Quy trình giải điều biến và giải mã theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Nút eNB 102 thu tín hiệu điều khiển 610 được cung cấp cho bộ phận khử ánh xạ phần tử RE 620 thực hiện chức năng khử ánh xạ cho các phần tử RE, bộ giải điều biến 630 thực hiện chức năng giải điều biến phù hợp với sơ đồ điều biến tương ứng, bộ phận khử xáo trộn 640 thực hiện chức năng khử xáo trộn, bộ phận so khớp tốc độ 650 thực hiện chức năng so khớp tốc độ, và bộ giải mã 660, như bộ giải mã TBCC, thực hiện chức

năng giải mã và tạo ra O_{UCI} bit UCI và CRC. Bộ phận tách bit CRC 670 tách riêng $O_{UCI,0}$ bit UCI 680 và O_{CRC} bit CRC 685, và bộ phận kiểm tra CRC 690 tính kết quả kiểm tra CRC. Khi kết quả kiểm tra CRC đáp ứng điều kiện (tổng kiểm tra CRC bằng không), thì nút eNB 102 xác định rằng thông tin UCI hợp lệ.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện ví dụ về bộ truyền tín hiệu của thiết bị UE để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH có cấu trúc khung con SF giống như kênh PUSCH theo sáng chế. Bộ truyền tín hiệu theo phương án được thể hiện trên Fig.7 chỉ dùng làm ví dụ. Bộ truyền tín hiệu theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Các bit UCI 710 từ thiết bị UE 114, như O_{P-CSI} bit thông tin P-CSI, nếu có, và $O_{HARQ-ACK}$ bit thông tin HARQ-ACK, nếu có, và cả bit SR trong khung con SF được tạo cấu hình sao cho thiết bị UE 114 có thể dùng để truyền yêu cầu SR (không được thể hiện trên hình vẽ), được mã hoá chung bằng bộ mã hoá thứ nhất 720, ví dụ sử dụng kỹ thuật mã hoá tích chập xén đuôi (TBCC) hoặc mã hoá Turbo (Turbo Coding, TC), và các bit kiểm dư vòng (CRC) được đưa vào trong mỗi từ mã mã hoá (xem tài liệu REF 2), hoặc được mã hoá chung bằng bộ mã hoá thứ hai 725, ví dụ sử dụng kỹ thuật mã hoá Reed-Muller (RM). Bộ điều khiển (ví dụ bộ điều khiển/bộ xử lý 240 trên Fig. 2) chọn một bộ mã hoá, ví dụ, bộ điều khiển chọn bộ mã hoá TBCC khi dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK lớn hơn giá trị định trước, chẳng hạn như 22 bit, và bộ điều khiển chọn bộ mã hoá RM khi dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK không lớn hơn giá trị định trước. Sau đó, các bit mã hoá được điều biến bằng bộ điều biến 730. Thuật toán biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform, DFT) được thực hiện bằng bộ phận DFT 740, các phần tử RE 750 tương ứng với dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUCCH được chọn bằng bộ phận chọn 755, thuật toán biến đổi Fourier nhanh ngược (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) được thực hiện bằng bộ phận IFFT 760, tín hiệu đầu ra của bộ phận này được lọc bằng bộ lọc 770, bộ xử lý xác định công suất theo cơ chế điều khiển công suất cho bộ khuếch đại công suất (Power Amplifier, PA) 780, và bộ phận truyền tín hiệu 790 truyền tín hiệu. Do ánh xạ DFT, nên các phần tử RE có thể được coi là các phần tử RE ảo, tuy nhiên, để cho dễ hiểu thì các phần tử này vẫn được gọi là các phần tử RE. Mạch truyền bổ sung như bộ biến đổi dạng số-tương tự, các bộ lọc, các

bộ khuếch đại và các anten truyền không được thể hiện trên hình vẽ vì để cho ngắn gọn.

Có thể thấy được sơ đồ khối của bộ truyền tín hiệu của thiết bị UE để truyền dữ liệu trên kênh PUSCH như được thể hiện trên Fig.7 bằng cách thay thông tin HARQ-ACK và thông tin CSI bằng thông tin dữ liệu.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ về bộ thu tín hiệu của nút eNB để thu tín hiệu trên kênh PUCCH có cấu trúc khung con SF giống như kênh PUSCH theo sáng chế. Bộ thu tín hiệu theo phương án được thể hiện trên Fig.8 chỉ dùng làm ví dụ. Bộ thu tín hiệu theo các phương án khác có thể được sử dụng mà vẫn không bị coi là nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

Tín hiệu thu được 810 được lọc bằng bộ lọc 820, được áp dụng thuật toán biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform, FFT) ở bộ phận FFT 830, được chọn các phần tử RE 850 dùng cho bộ truyền tín hiệu ở bộ phận chọn 840, được áp dụng thuật toán biến đổi DFT ngược (Inverse DFT, IDFT) ở bộ phận IDFT 860, tín hiệu đầu ra của bộ phận IDFT được giải điều biến ở bộ giải điều biến 870 bằng cách sử dụng thông tin đánh giá kênh được cung cấp từ bộ phận đánh giá kênh (không được thể hiện trên hình vẽ), và bộ điều khiển (ví dụ bộ điều khiển/bộ xử lý 240 trên Fig. 2) chọn bộ giải mã thứ nhất 880, ví dụ sử dụng kỹ thuật giải mã tích chập xén đuôi hoặc giải mã Turbo, hoặc chọn bộ giải mã thứ hai 885, ví dụ sử dụng kỹ thuật giải mã RM, và các bit CRC được tách ra khỏi mỗi từ mã đã được giải mã. Ví dụ, bộ điều khiển chọn bộ giải mã TBCC khi dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK dự kiến lớn hơn giá trị định trước, chẳng hạn như 22 bit, và bộ điều khiển chọn bộ giải mã RM khi dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK dự kiến không lớn hơn giá trị định trước. Các bit UCI 890 được thu nhận là tín hiệu đầu ra của bộ giải mã thứ nhất hoặc bộ giải mã thứ hai. Mạch thu bổ sung như bộ biến đổi dạng tương tự-số, các bộ lọc, và bộ đánh giá kênh, không được thể hiện trên hình vẽ vì để cho ngắn gọn.

Có thể thấy được sơ đồ khối của bộ thu tín hiệu của nút eNB để thu dữ liệu trên kênh PUSCH như được thể hiện trên Fig.8 bằng cách thay thông tin HARQ-ACK và thông tin CSI bằng thông tin dữ liệu.

Trong hệ thống truyền thông TDD, hướng truyền thông trong một số khung con SF là hướng liên kết DL, và hướng truyền thông trong một số khung con SF khác là hướng

liên kết UL. Bảng 1 thể hiện các cấu hình UL/DL chỉ báo trong khoảng 10 khung con SF hay còn gọi là chu kỳ khung. “D” là ký hiệu cho khung con DL SF, “U” là ký hiệu cho khung con UL SF, và “S” là ký hiệu cho khung con SF đặc biệt có trường truyền DL gọi là DwPTS, khoảng bảo vệ (Guard Period, GP), và trường truyền UL gọi là UpPTS. Có một vài dạng kết hợp trong khoảng thời gian của mỗi trường ở trong khung con SF đặc biệt với điều kiện là khoảng thời gian tổng cộng bằng một khung con SF (xem tài liệu REF 1).

Bảng 1: Các cấu hình UL/DL trong hệ thống TDD

Cấu hình UL/DL trong hệ thống TDD	Chu kỳ chuyển đổi DL-UL	Số hiệu của khung con SF									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5 ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5 ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10 ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10 ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10 ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5 ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

Trong hệ thống TDD, một lần truyền thông tin HARQ-ACK từ thiết bị UE 114 để đáp lại việc thu được tín hiệu trên kênh PDSCH trong nhiều khung con DL SF có thể được truyền trong cùng một khung con UL SF. Số lượng M_W khung con DL SF có những lần truyền thông tin HARQ-ACK kết hợp từ thiết bị UE 114 trong cùng một khung con UL SF được gọi là tập hợp kết hợp liên kết xuống hoặc được gọi là cửa sổ gói có kích thước bằng M_W . Định dạng của thông tin DCI cho liên kết DL có trường chỉ số phân định liên kết xuống (Downlink Assignment Index, DAI) có hai phần tử nhị phân (bit) để cung cấp số đếm chỉ báo số lượng định dạng của thông tin DCI cho liên kết DL, modulo 4, được truyền đến thiết bị UE 114 trong một cửa sổ gói cho tới khi phát hiện thấy khung con SF của định dạng của thông tin DCI cho liên kết DL. Bảng 2 thể hiện các khung con DL SF $n-k$, trong đó $k \in K$, mà thiết bị UE 114 sử dụng để truyền thông tin HARQ-ACK

kết hợp trong khung con UL SF n . Các khung con DL SF này tạo nên một cửa sổ gói cho một khung con UL SF tương ứng.

Bảng 2: Tập hợp kết hợp liên kết xuống có chỉ số K : $\{k_0, k_1, \dots, k_{M-1}\}$

Cấu hình UL/DL trong hệ thống TDD	Số hiệu n của khung con SF									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	-	-	6	-	4	-	-	6	-	4
1	-	-	7, 6	4	-	-	-	7, 6	4	-
2	-	-	8, 7, 4, 6	-	-	-	-	8, 7, 4, 6	-	-
3	-	-	7, 6, 11	6, 5	5, 4	-	-	-	-	-
4	-	-	12, 8, 7, 11	6, 5, 4, 7	-	-	-	-	-	-
5	-	-	13, 12, 9, 8, 7, 5, 4, 11, 6	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	7	7	5	-	-	7	7	-

Công suất truyền của kênh PUSCH được xác định sao cho tín hiệu truyền trên kênh PUSCH từ thiết bị UE 114 được thu với tỷ số SINR mong muốn ở nút eNB 102 mà vẫn không chế được nhiễu tương ứng gây ra cho các ô bên cạnh là nhờ đạt được giá trị BLER mục tiêu đối với các khối vận chuyển dữ liệu TB trên kênh PUSCH và đảm bảo hoạt động chính xác trong mạng. Cơ chế điều khiển công suất liên kết lên là cơ chế điều khiển công suất vòng lặp mở (Open-Loop Power Control, OLPC) với các thông số dành riêng cho ô và dành riêng cho thiết bị UE và các giá trị hiệu chỉnh điều khiển công suất vòng lặp đóng (Closed-Loop Power Control, CLPC) được nút eNB cung cấp cho thiết bị UE thông qua các lệnh điều khiển công suất truyền PC (TPC). Khi việc truyền tín hiệu trên kênh PUSCH được lập lịch biểu bởi kênh PDCCH, thì lệnh TPC được đưa vào trong một định dạng tương ứng của thông tin DCI (xem tài liệu REF 2). Các lệnh TPC cũng có thể được cung cấp qua một kênh PDCCH riêng biệt vận chuyển định dạng 3 của thông tin DCI hoặc định dạng 3A của thông tin DCI, được gọi chung là định dạng 3/3A của thông tin DCI để cho ngắn gọn, để cung cấp các lệnh TPC cho một nhóm thiết bị UE (xem tài liệu REF 2). Định dạng của thông tin DCI có các bit kiểm dư vòng (CRC) và thiết bị UE

114 xác định loại định dạng của thông tin DCI dựa vào thông tin nhận dạng tạm thời của mạng vô tuyến tương ứng (Radio Network Temporary Identifier, RNTI) dùng để xáo trộn các bit CRC. Đối với định dạng 3/3A của thông tin DCI, thông tin RNTI là thông tin RNTI để cung cấp lệnh TPC mà theo đó nút eNB 102 tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn, như tín hiệu báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control, RRC). Đối với định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PUSCH từ thiết bị UE 114 hoặc truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114, thông tin RNTI là thông tin RNTI dành riêng cho ô. Ngoài ra còn có các loại thông tin RNTI khác (xem tài liệu REF 2).

Thiết bị UE 114 có thể tính công suất truyền $P_{PUSCH,c}(i)$ của kênh PUSCH, tính theo đơn vị deciben trên một milioát (dBm), trong ô c và khung con SF i dựa vào biểu thức 1. Để cho dễ hiểu, giả sử rằng thiết bị UE 114 không truyền cả hai kênh PUSCH và PUCCH trong cùng một khung con SF (xem tài liệu REF 3).

$$P_{PUSCH,c}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX,c}(i), \\ 10\log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{O_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i) \end{array} \right\} \quad [\text{dBm}] \quad (1)$$

trong đó,

$P_{CMAX,c}(i)$ là công suất truyền của thiết bị UE 114 được tạo cấu hình trong ô c và khung con SF i (xem tài liệu REF 3).

$M_{PUSCH,c}(i)$ là dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUSCH trong các khối RB trong ô c và khung con SF i .

$P_{O_PUSCH,c}(j)$ điều chỉnh giá trị trung bình của tỷ số SINR của các tín hiệu thu được ở nút eNB 102 trong ô c và là tổng của thành phần dành riêng cho ô $P_{O_NOMINAL_PUSCH,c}(j)$ và thành phần dành riêng cho thiết bị UE $P_{O_UE_PUSCH,c}(j)$ được nút eNB 102 cung cấp cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn. Đối với (các) lần truyền lại tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu bán cố định (Semi-Persistently Scheduled, SPS), $j = 0$. Đối với (các) lần truyền lại tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu động, $j = 1$.

PL_c là giá trị ước tính độ tổn hao do đường truyền (Path Loss, PL) đo được bằng

thiết bị UE 114 trong ô c (xem tài liệu REF 3). Ví dụ, thiết bị UE 114 có thể đo độ tổn hao do đường truyền bằng cách sử dụng các phép đo thông thường để đo công suất thu tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Power, RSRP) và sau đó so sánh công suất RSRP này với công suất truyền tín hiệu RS đã biết mà nút eNB 102 thông báo cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn, ví dụ trong khối SIB.

Với $j = 0$ hoặc $j = 1$, $\alpha_c(j) \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ được nút eNB 102 tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn. Giá trị UL PC thu được là phân số với $\alpha_c(j) < 1$ khi độ tổn hao PL được bù đắp chưa đủ.

$\Delta_{TF,c}(i)$ hoặc là bằng 0 hoặc là được xác định bằng hiệu suất phổ của tín hiệu truyền trên kênh PUSCH dưới dạng $\Delta_{TF,c}(i) = 10 \log_{10}((2^{BP_{RE} \cdot K_s} - 1) \cdot \beta_{offset}^{PUSCH})$, trong đó K_s được tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn với $K_s = 0$ hoặc $K_s = 1,25$, và

$BP_{RE} = O_{CQI}/N_{RE}$ trong trường hợp thông tin A-CSI được truyền trên kênh PUSCH không có dữ liệu UL-SCH và bằng $\sum_{r=0}^{C-1} K_r / N_{RE}$ trong các trường hợp khác,

trong đó c là số lượng khối mã, K_r là kích thước của khối mã r , O_{CQI} là số lượng bit CQI/PMI có cả các bit CRC và N_{RE} là số lượng phần tử RE được xác định dưới dạng $N_{RE} = M_{SC}^{PUSCH-initial} \cdot N_{symp}^{PUSCH-initial}$, trong đó c , K_r , $M_{SC}^{PUSCH-initial}$ và $N_{symp}^{PUSCH-initial}$ được xác định như đã nêu ở trong tài liệu REF 2.

$\beta_{offset}^{PUSCH} = \beta_{offset}^{CQI}$ (xem tài liệu REF 2) trong trường hợp thông tin A-CSI được truyền trên kênh PUSCH không có dữ liệu UL-SCH và bằng 1 trong các trường hợp khác.

$f_c(i) = f_c(i-1) + \delta_{PUSCH,c}(i - K_{PUSCH})$ khi giá trị CLPC tích lũy được sử dụng, và $f_c(i) = \delta_{PUSCH,c}(i - K_{PUSCH})$ khi giá trị CLPC tuyệt đối được sử dụng, trong đó $\delta_{PUSCH,c}(i - K_{PUSCH})$ là lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu cho kênh PUSCH hoặc có trong định dạng 3/3A của thông tin DCI. K_{PUSCH} được thu

nhận từ trực thời gian giữa khung con SF để truyền tín hiệu trên kênh PDCCH lập lịch biểu cho kênh PUSCH và khung con SF để truyền tín hiệu trên kênh PUSCH (xem tài liệu REF 3).

Công suất truyền $P_{PUCCH,c}(i)$ của kênh PUCCH từ thiết bị UE 114 trong ô c và khung con SF i được xác định dựa vào biểu thức 2 (xem tài liệu REF 3)

$$P_{PUCCH,c}(i) = \min \left\{ P_{CMAX,c}(i), P_{O_PUCCH,c} + PL_c + h(n_{CQI}, n_{HARQ}, n_{SR}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(F') + g(i) \right\} \quad [\text{dBm}] \quad (2)$$

trong đó,

$P_{CMAX,c}(i)$ là công suất truyền của thiết bị UE 114 được tạo cấu hình trong ô c và khung con SF i (xem tài liệu REF 3).

$P_{O_PUCCH,c}$ là tổng của thành phần dành riêng cho ô $P_{O_NOMINAL_PUCCH,c}$ và thành phần dành riêng cho thiết bị UE $P_{O_UE_PUCCH,c}$ được cung cấp cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn.

PL_c là giá trị ước tính độ tổn hao do đường truyền (PL) đo được bằng thiết bị UE 114 trong ô c (xem tài liệu REF 3).

$h(\cdot)$ là hàm số có các giá trị phụ thuộc vào định dạng được sử dụng để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH, như định dạng 2 của kênh PUCCH hoặc định dạng 3 của kênh PUCCH, và phụ thuộc vào việc các thông tin HARQ-ACK, SR hoặc CSI có được truyền hay không (xem tài liệu REF 3).

$\Delta_{F_PUCCH}(F)$ được cung cấp cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở các tầng cao hơn và có giá trị phụ thuộc vào định dạng (F) tương ứng của kênh PUCCH có độ lệch công suất truyền so với định dạng 1a của kênh PUCCH (xem tài liệu REF 3).

$\Delta_{TxD}(F')$ có giá trị khác không khi định dạng F' của kênh PUCCH được truyền từ hai hoặc nhiều hơn hai cổng anten (trái lại, khi định dạng F' của kênh PUCCH được truyền từ một cổng anten, thì $\Delta_{TxD}(F')$ có giá trị bằng không).

$g(i) = g(i - 1) + \delta_{PUCCH}(i)$ là hàm số tích lũy lệnh TPC $\delta_{PUCCH}(i)$ có trong định dạng 3/3A của thông tin DCI hoặc có trong định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu thu tín hiệu trên kênh PDSCH và $g(0)$ là giá trị sau khi thiết lập lại quy trình tích lũy.

Một cơ chế để đáp ứng nhu cầu về dung lượng mạng và tốc độ dữ liệu tăng lên là lấp khoảng trống trong mạng. Cơ chế này được thực hiện bằng cách triển khai các ô nhỏ để tăng số lượng nút mạng và độ tiếp cận của các nút mạng với các thiết bị UE và đạt được độ tăng ích tách ô. Khi số lượng ô nhỏ tăng lên và các ô nhỏ được triển khai trở nên dày đặc, thì tần suất chuyển vùng và tỷ lệ lỗi chuyển vùng cũng có thể tăng lên đáng kể. Nhờ việc duy trì kết nối RRC với ô cỡ lớn, việc truyền thông với ô nhỏ có thể được tối ưu hoá dưới dạng là các chức năng trong mặt phẳng điều khiển (Control-plane, C-plane) như quản lý thiết bị di động, nhắn tin, và cập nhật thông tin hệ thống có thể chỉ được thực hiện bởi ô cỡ lớn, trong khi ô nhỏ có thể được dành riêng để truyền thông trong mặt phẳng dữ liệu người dùng (User-data plane, U-plane). Khi độ trễ của liên kết hành trình ngược giữa các nút mạng (các ô) gần như bằng không, thì dải thông kết hợp sóng mang (CA) có thể được sử dụng như đã nêu ở trong tài liệu REF 3 và các quyết định lập lịch biểu có thể được tạo ra bởi cùng một nút eNB 102 và được truyền đến từng nút mạng. Ngoài ra, thông tin UCI từ thiết bị UE 114 có thể được thu ở mọi nút mạng, có thể ngoại trừ các nút sử dụng dải tần số không được cấp phép, và được truyền đến nút eNB 102 để tạo điều kiện thuận lợi cho việc tạo ra quyết định lập lịch biểu phù hợp với thiết bị UE 114.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông sử dụng dải thông CA theo sáng chế.

Thiết bị UE 910, truyền thông với ô thứ nhất 920 tương ứng với ô cỡ lớn sử dụng tần số sóng mang thứ nhất f1 930 và truyền thông với ô thứ hai 940 tương ứng với ô nhỏ sử dụng tần số sóng mang thứ hai f2 950. Tần số sóng mang thứ nhất có thể tương ứng với dải tần số được cấp phép và tần số sóng mang thứ hai có thể tương ứng với dải tần số không được cấp phép. Ô thứ nhất và ô thứ hai được điều khiển bằng nút eNB 102 và được kết nối qua liên kết hành trình ngược tạo ra độ trễ không đáng kể.

Khi thiết bị UE 114 được tạo cấu hình để hoạt động với dải thông CA có tối đa là 5 ô DL, thì thông tin HARQ-ACK truyền trên kênh PUCCH thường sử dụng định dạng 3

của kênh PUCCH (xem các tài liệu REF 1 và REF 3). Trong hệ thống song công phân tần (Frequency Division Duplex, FDD), phương pháp mà thiết bị UE 114 thu nhận lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng 3 của kênh PUCCH là từ trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô thứ nhất (xem tài liệu REF 2 và REF 3). Phương pháp mà thiết bị UE 114 xác định tài nguyên dùng để truyền định dạng 3 của kênh PUCCH là từ trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô thứ hai (xem tài liệu REF 3). Sau đó, trường lệnh TPC cung cấp thông tin chỉ báo tài nguyên báo nhận (ARI) hoặc, dạng tương đương là, chỉ số tài nguyên của kênh PUCCH cho một trong số bốn tài nguyên của kênh PUCCH được tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở các tầng cao hơn (xem tài liệu REF 3). Ví dụ, đối với trường lệnh TPC có 2 bit và thiết bị UE 114 được tạo cấu hình có 4 tài nguyên để truyền định dạng 3 của kênh PUCCH, thì thông tin ARI có thể chỉ báo một trong số 4 tài nguyên này (xem tài liệu REF 3).

Đối với hệ thống TDD, thiết bị UE 114 sử dụng tài nguyên dùng cho định dạng 3 của kênh PUCCH được xác định từ trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI với giá trị DAI lớn hơn '1' hoặc với giá trị DAI bằng '1', định dạng đó không phải là định dạng thứ nhất của thông tin DCI mà thiết bị UE 114 phát hiện được trong cửa sổ gói. Thiết bị UE 114 coi rằng cùng một giá trị chỉ số tài nguyên của kênh PUCCH được truyền trong tất cả các định dạng của thông tin DCI dùng để xác định chỉ số tài nguyên của kênh PUCCH trong cửa sổ gói (xem tài liệu REF 3). Chức năng của trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI với giá trị DAI bằng '1' là định dạng thứ nhất của thông tin DCI mà thiết bị UE 114 phát hiện được trong cửa sổ gói giữ nguyên không thay đổi và cung cấp giá trị lệnh TPC cho thiết bị UE 114 để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng 3 của kênh PUCCH. Theo cách này, trường DAI vừa có vai trò là số đếm định dạng của thông tin DCI cho liên kết DL được truyền đến thiết bị UE 114 trong cửa sổ gói, lại vừa có vai trò là thông tin chỉ báo rằng trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI cung cấp giá trị lệnh TPC hay trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI cung cấp thông tin chỉ báo một tài nguyên của kênh PUCCH trong một tập hợp gồm nhiều tài nguyên của kênh PUCCH được tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 (thông tin ARI).

Khi định dạng của thông tin DCI được vận chuyển bằng kênh điều khiển liên kết xuống vật lý nâng cao (Enhanced Physical Downlink Control Channel, EPDCCH), thì định dạng của thông tin DCI còn có trường độ lệch tài nguyên cho thông tin HARQ-ACK (HARQ-ACK Resource Offset, HRO) hoặc là để chỉ báo tài nguyên của kênh PUCCH để truyền định dạng 1a/1b của kênh PUCCH khi định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu cho kênh PDSCH trong ô thứ nhất hoặc là được đặt bằng 0 khi định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu cho kênh PDSCH trong ô thứ hai (xem tài liệu REF 2 và REF 3). Vì vậy, bất kể việc định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH được vận chuyển bằng kênh PDCCH hay kênh EPDCCH, thiết bị UE 114 không thể nhận được lệnh TPC để truyền thông tin HARQ-ACK kết hợp trên kênh PUCCH khi thiết bị UE 114 không phát hiện được định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô thứ nhất.

Hoạt động với dải thông CA thông thường hỗ trợ tối đa là 5 ô DL, mỗi ô DL có dải thông BW tối đa bằng 20 MHz và, đối với cấu hình UL/DL 5 trong các hệ thống TDD, cho tối đa là 2 ô DL (xem tài liệu REF 3). Sự hạn chế số lượng ô DL mà thiết bị UE 114 có thể hỗ trợ sẽ hạn chế tốc độ dữ liệu trên liên kết DL do giới hạn tương ứng về dải thông BW toàn phần cho liên kết DL. Với trường hợp có sẵn dải tần số không được cấp phép, trong đó có thể có nhiều sóng mang có dải thông BW bằng 20 MHz, số lượng ô được tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 có thể sẽ lớn hơn rất nhiều so với số lượng 5 ô. Vì vậy, việc hỗ trợ mở rộng dải thông CA vượt quá 5 ô DL có thể cho phép sử dụng có hiệu quả hơn đối với dải tần số có sẵn và nâng cao tốc độ dữ liệu trên liên kết DL và cải thiện sự trải nghiệm về dịch vụ cho người dùng thiết bị UE 114. Hệ quả của việc tăng số lượng ô DL liên quan đến yêu cầu hỗ trợ dung lượng hữu ích lớn hơn của thông tin UCI. Một định dạng mới của kênh PUCCH có thể chứa đựng dung lượng hữu ích lớn của thông tin HARQ-ACK hoặc, thông thường, dung lượng hữu ích lớn của thông tin UCI có thể có cấu trúc dựa trên kênh PUSCH (xem tài liệu REF 5) và sử dụng bộ mã hoá TBCC hoặc bộ mã hoá TC để mã hoá thông tin UCI. Việc đạt được độ tin cậy mong muốn khi phát hiện từ mã HARQ-ACK hoặc, nói chung là, phát hiện từ mã UCI có thể sẽ trở nên khó khăn hơn vì dung lượng hữu ích tương ứng tăng lên và có thể có lợi nếu cải tiến sự điều khiển công suất truyền cho định dạng tương ứng của kênh PUCCH và nâng cao hiệu suất phát hiện cho bộ giải mã TBCC hoặc bộ giải mã TC.

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất các cơ chế làm tăng khả năng cho phép thiết bị UE thu nhận các lệnh TPC để truyền định dạng của kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK. Các phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất các cơ chế cho phép trạm cơ sở thông báo và cho phép thiết bị UE xác định tài nguyên để truyền định dạng của kênh PUCCH. Ngoài ra, các phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất các cơ chế cho phép thiết bị UE xác định công suất để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH. Hơn nữa, các phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất các cơ chế cho phép trạm cơ sở nâng cao độ tin cậy phát hiện từ mã HARQ-ACK được mã hoá TBCC bằng cách sử dụng các giá trị đã biết trong từ mã HARQ-ACK.

Để cho ngắn gọn, trong phần mô tả sáng chế dưới đây, việc truyền tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu SPS hoặc định dạng của thông tin DCI để chỉ báo việc giải phóng kênh PDSCH theo lịch biểu SPS không được mô tả một cách rõ ràng; thiết bị UE 114 luôn luôn coi là có thông tin HARQ-ACK để truyền tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu SPS hoặc định dạng của thông tin DCI để chỉ báo việc giải phóng kênh PDSCH theo lịch biểu SPS (xem tài liệu REF 3). Ngoài ra, trừ trường hợp sáng chế có quy định khác được nêu ra một cách rõ ràng, định dạng của thông tin DCI được coi là để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH (hoặc việc giải phóng kênh PDSCH theo lịch biểu SPS) trong ô tương ứng. Ngoài ra, thiết bị UE 114 được tạo cấu hình có một nhóm ô có thể thu tín hiệu truyền trên kênh PDSCH tương ứng để hoạt động với dải thông kết hợp sóng mang. Mỗi ô trong nhóm ô này được xác định bằng chỉ số ô dành riêng cho thiết bị UE mà nút eNB 102 có thể thông báo cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn. Thiết bị UE 114 được tạo cấu hình để truyền thông tin HARQ-ACK trong cùng một kênh PUCCH đáp lại việc thu được tín hiệu trên kênh PDSCH trong bất kỳ ô nào ở trong nhóm ô này. Ví dụ, thiết bị UE 114 có thể được tạo cấu hình có một nhóm gồm C ô và chỉ số ô tương ứng là $0, 1, \dots, C-1$.

Khi nút eNB 102 tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 có một thông số, trừ trường hợp trong sáng chế có quy định khác, cấu hình này được truyền thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn, như tín hiệu báo hiệu RRC, còn khi thông số được nút eNB 102 thông báo động cho thiết bị UE 114, thì thông tin chỉ báo được truyền thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng vật lý như bằng định dạng của thông tin DCI được truyền trên kênh PDCCH hoặc

kênh EPDCCH. Thiết bị UE 114 có thể được tạo cấu hình có nhiều hơn một ô UL để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH, chẳng hạn như hai ô UL. Việc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô UL thứ nhất được liên hệ với nhóm thứ nhất của các ô DL và việc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô UL thứ hai được liên hệ với nhóm thứ hai của các ô DL. Thiết bị UE 114 được coi là để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ nhất. Nút eNB 102 cũng có thể tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ hai. Trong trường hợp đó, thiết bị UE 114 truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ nhất cho thông tin UCI tương ứng với nhóm thứ nhất của các ô DL (CG1) và truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ hai cho thông tin UCI tương ứng với nhóm thứ hai của các ô DL (CG2). Trừ trường hợp trong sáng chế có quy định khác được nêu ra một cách rõ ràng, phần mô tả trong sáng chế được áp dụng cho một nhóm của các ô DL và cũng có thể được áp dụng tương tự cho một nhóm khác của các ô DL.

Lệnh điều khiển công suất truyền

Phương án thứ nhất của sáng chế xem xét lệnh điều khiển công suất và xác định tài nguyên để truyền thông tin HARQ-ACK trên kênh PUCCH. Trừ trường hợp sáng chế có quy định khác được nêu ra một cách rõ ràng, định dạng của thông tin DCI được coi là để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô tương ứng. Để cho ngắn gọn, việc truyền tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu SPS hoặc định dạng của thông tin DCI để chỉ báo việc giải phóng kênh PDSCH theo lịch biểu SPS không được mô tả một cách rõ ràng; thiết bị UE 114 luôn luôn coi là có thông tin HARQ-ACK để truyền tín hiệu trên kênh PUSCH theo lịch biểu SPS hoặc định dạng của thông tin DCI để chỉ báo việc giải phóng kênh PDSCH theo lịch biểu SPS.

Thiết bị UE 114 có thể xác định số lượng định dạng của thông tin DCI có thông tin HARQ-ACK liên quan trong cùng một tín hiệu truyền trên kênh PUCCH dựa vào trường DAI số đếm và trường DAI tổng số (xem tài liệu REF 6). Trường DAI số đếm có trong định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF là số đếm tiến (modulo 4) của các định dạng của thông tin DCI cho tới định dạng của thông tin DCI trong khung con SF có thông tin HARQ-ACK liên quan trong cùng một tín hiệu truyền trên kênh PUCCH. Trường DAI tổng số có trong định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF

là tổng số đếm (modulo 4) của các định dạng của thông tin DCI cho tới khung con SF có thông tin HARQ-ACK liên quan trong cùng một tín hiệu truyền trên kênh PUCCH.

Trong ví dụ thứ nhất liên quan đến hệ thống FDD, phương pháp cung cấp các lệnh TPC cho thiết bị UE 114 để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH có thể phụ thuộc vào số lượng định dạng của thông tin DCI được truyền đến thiết bị UE trong khung con SF.

Theo phương pháp thứ nhất, quy trình xác định lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH và để xác định tài nguyên của kênh PUCCH dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH phụ thuộc vào số lượng định dạng của thông tin DCI được truyền bằng nút eNB 102 hoặc số lượng định dạng của thông tin DCI được xác định bằng thiết bị UE 114. Đối với hệ thống FDD, khi nút eNB 102 truyền số lượng định dạng thứ nhất của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH tương ứng trong nhóm thứ nhất của các ô đến thiết bị UE 114, thì nút eNB 102 có thể sử dụng trường lệnh TPC để cung cấp lệnh TPC chỉ ở trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất và sử dụng trường lệnh TPC có trong định dạng bất kỳ của thông tin DCI trong ô thứ hai tương ứng để cung cấp thông tin ARI xác định tài nguyên của kênh PUCCH cho thiết bị UE 114. Dựa vào trường DAI tổng số, khi thiết bị UE 114 xác định (chứ không nhất thiết phải là phát hiện thấy) số lượng định dạng thứ nhất của thông tin DCI trong nhóm thứ nhất của các ô, thì thiết bị UE 114 có thể sử dụng trường lệnh TPC chỉ ở trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất để thu nhận lệnh TPC truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK và sử dụng trường lệnh TPC có trong định dạng bất kỳ của thông tin DCI trong ô thứ hai tương ứng để thu nhận thông tin ARI xác định tài nguyên của kênh PUCCH. Khi nút eNB 102 truyền số lượng định dạng thứ hai của thông tin DCI trong nhóm thứ hai của các ô, thì nút eNB 102 có thể sử dụng trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất và ở trong một hoặc nhiều định dạng của thông tin DCI trong một hoặc nhiều ô thứ hai tương ứng để cung cấp lệnh TPC và sử dụng trường lệnh TPC có trong các định dạng còn lại của thông tin DCI trong các ô thứ hai tương ứng để cung cấp thông tin ARI xác định tài nguyên của kênh PUCCH cho thiết bị UE 114. Dựa vào trường DAI tổng số, khi thiết bị UE 114 xác định (chứ không nhất thiết phải là phát hiện thấy) số lượng định dạng thứ

hai của thông tin DCI trong nhóm thứ hai của các ô tương ứng, thì thiết bị UE 114 có thể sử dụng mỗi trường lệnh TPC tương ứng ở trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất và ở trong một hoặc nhiều định dạng của thông tin DCI trong các ô thứ hai tương ứng để thu nhận lệnh TPC và sử dụng trường lệnh TPC có trong mỗi định dạng của thông tin DCI còn lại trong các ô thứ hai tương ứng để thu nhận thông tin ARI xác định tài nguyên của kênh PUCCH.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện quy trình sử dụng trường lệnh TPC có trong một định dạng của thông tin DCI theo số lượng định dạng của thông tin DCI mà nút eNB truyền đến thiết bị UE theo sáng chế.

Nút eNB 102 truyền đến thiết bị UE 114 số lượng định dạng thứ nhất D_1 của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH tương ứng trong các ô tương ứng trong khung con SF ở bước 1010. Thiết bị UE 114 xác định việc truyền số lượng định dạng thứ hai D_2 của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong các ô tương ứng trong khung con SF ở bước 1020. Nếu không có lỗi khi hoạt động (lỗi khi phát hiện định dạng của thông tin DCI), thì $D_1 = D_2$. Số lượng định dạng thứ hai của thông tin DCI mà thiết bị UE 114 xác định là do nút eNB 102 truyền đến thiết bị UE 114 trong khung con SF không nhất thiết phải đúng bằng số lượng định dạng của thông tin DCI mà thiết bị UE 114 phát hiện được trong khung con SF vì, dựa vào việc sử dụng trường DAI tổng số, thiết bị UE 114 có thể xác định việc truyền các định dạng của thông tin DCI mà thiết bị UE 114 không phát hiện được. Nút eNB 102 xác định xem có phải là D_1 lớn hơn số lượng định dạng định trước thứ nhất D_{R1} của thông tin DCI hay không ở bước 1030. Thiết bị UE 114 xác định xem có phải là D_2 lớn hơn số lượng định dạng định trước thứ hai D_{R2} của thông tin DCI hay không ở bước 1040. Nếu $D_1 > D_{R1}$, thì nút eNB 102 cung cấp lệnh TPC trong trường lệnh TPC có trong ít nhất một định dạng của thông tin DCI trong ô thứ hai ở bước 1050. Nếu $D_2 > D_{R2}$, thì thiết bị UE 114 coi là nhận được lệnh TPC dựa vào giá trị của trường lệnh TPC có trong ít nhất một định dạng của thông tin DCI trong ô thứ hai ở bước 1060. Nếu $D_1 \leq D_{R1}$, thì nút eNB 102 chỉ cung cấp thông tin ARI trong trường lệnh TPC có trong mỗi định dạng của thông tin DCI trong ô thứ hai ở bước 1070. Nếu $D_2 \leq D_{R2}$, thì thiết bị UE 114 coi là chỉ nhận được thông tin ARI dựa vào giá trị của trường lệnh TPC có trong mỗi định dạng của thông tin DCI trong ô thứ hai

ở bước 1080.

Theo phương pháp thứ hai, quy trình xác định lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH và để xác định tài nguyên của kênh PUCCH dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH phụ thuộc vào định dạng có liên quan của kênh PUCCH. Ví dụ, khi thiết bị UE 114 sử dụng định dạng thứ nhất của kênh PUCCH để truyền thông tin HARQ-ACK, như định dạng 3 của kênh PUCCH để truyền trong một cặp khối PRB, thì thiết bị UE 114 có thể thu nhận lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng thứ nhất của kênh PUCCH chỉ từ trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất và thu nhận thông tin ARI để xác định tài nguyên dùng để truyền định dạng thứ nhất của kênh PUCCH từ trường lệnh TPC có trong một định dạng bất kỳ của thông tin DCI trong ô thứ hai tương ứng. Khi thiết bị UE 114 sử dụng định dạng thứ hai của kênh PUCCH để truyền thông tin HARQ-ACK, như định dạng của kênh PUCCH dựa vào cấu trúc của kênh PUSCH, thì thiết bị UE 114 có thể thu nhận lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền dùng để truyền định dạng thứ hai của kênh PUCCH từ trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất và từ trường lệnh TPC có trong một số định dạng của thông tin DCI trong các ô thứ hai tương ứng và thu nhận thông tin ARI để xác định tài nguyên dùng để truyền định dạng thứ hai của kênh PUCCH từ trường lệnh TPC có trong các định dạng khác của thông tin DCI trong các ô thứ hai tương ứng. Chức năng tương ứng có thể áp dụng cho nút eNB 102.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện quy trình sử dụng trường lệnh TPC có trong một định dạng của thông tin DCI theo định dạng của kênh PUCCH mà thiết bị UE sử dụng để truyền thông tin HARQ-ACK theo sáng chế.

Thiết bị UE 114 xác định định dạng của kênh PUCCH để sử dụng khi truyền thông tin HARQ-ACK ở bước 1110. Ví dụ, định dạng của kênh PUCCH có thể là định dạng 3 của kênh PUCCH để truyền trong một cặp khối PRB, hoặc định dạng của kênh PUCCH dựa vào cấu trúc của kênh PUSCH. Thiết bị UE 114 xác định xem định dạng của kênh PUCCH có phải là định dạng thứ nhất của kênh PUCCH, như định dạng 3 của kênh PUCCH để truyền trong một cặp khối PRB, hay không ở bước 1120. Nếu định dạng của kênh PUCCH là định dạng thứ nhất của kênh PUCCH, thì thiết bị UE 114 sử dụng

phương pháp thứ nhất để thu nhận lệnh TPC và thông tin ARI ở bước 1130. Nếu định dạng của kênh PUCCH là định dạng thứ hai của kênh PUCCH, thì thiết bị UE 114 sử dụng phương pháp thứ hai để thu nhận lệnh TPC và thông tin ARI ở bước 1140. Các bước tương tự được áp dụng khi thiết bị UE 114 xác định xem có đúng là số lượng định dạng đã xác định của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong các ô tương ứng lớn hơn số lượng thứ nhất hay không và nếu đúng như vậy, thì thiết bị UE 114 sử dụng phương pháp thứ nhất để thu nhận lệnh TPC và thông tin ARI; trái lại, thiết bị UE 114 sử dụng phương pháp thứ hai để thu nhận lệnh TPC và thông tin ARI.

Các cơ chế điều khiển công suất UL khác nhau có thể được liên hệ với các định dạng tương ứng khác nhau của kênh PUCCH và lệnh TPC dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH có thể hoặc là chỉ áp dụng cho một cơ chế điều khiển công suất UL tương ứng hoặc là áp dụng chung cho tất cả các cơ chế điều khiển công suất UL.

Trong trường hợp các lệnh TPC hoặc thông tin ARI được cung cấp ở trong một hoặc nhiều định dạng của thông tin DCI trong một hoặc nhiều ô thứ hai tương ứng, thì có thể áp dụng một số phương pháp để chọn một hoặc nhiều định dạng của thông tin DCI.

Theo phương pháp thứ nhất, các định dạng của thông tin DCI có thể luân phiên cung cấp các lệnh TPC hoặc thông tin ARI, trong đó thứ tự sắp xếp có thể là theo thứ tự tăng dần của chỉ số ô để truyền kênh PDSCH tương ứng. Ví dụ, khi bốn định dạng của thông tin DCI lập lịch biểu cho bốn lần truyền tín hiệu tương ứng trên kênh PDSCH trong các ô có chỉ số c_1 , c_2 , c_3 và c_4 , trong đó $c_1 < c_2 < c_3 < c_4$, thì trường lệnh TPC có trong các định dạng của thông tin DCI trong các ô có chỉ số c_1 và c_3 có thể cung cấp các lệnh TPC, còn trường lệnh TPC có trong các định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong các ô có chỉ số c_2 và c_4 có thể cung cấp thông tin ARI. Phương pháp thứ nhất có thể thuận lợi khi các ô được đánh số sao cho thiết bị UE 114 có thể nhận biết được các tình trạng kênh tương tự như nhau trong các ô có chỉ số liên tiếp, chẳng hạn như độ tổn hao do đường truyền tương tự như nhau, nhiễu tương tự như nhau, hoặc mức độ khả dụng để truyền tín hiệu trên kênh PDSCH của các ô tương tự như nhau. Sau đó, bằng cách sử dụng đan xen các chỉ số của các ô mà ở trong đó trường lệnh TPC có trong một định dạng tương ứng của thông tin DCI cung cấp lệnh TPC thực tế hoặc

thông tin ARI, có thể làm tăng xác suất để cho thiết bị UE 114 phát hiện được ít nhất hai định dạng của thông tin DCI lần lượt cung cấp lệnh TPC và thông tin ARI.

Theo phương pháp thứ hai, khi N_C định dạng của thông tin DCI được truyền bằng nút eNB 102 hoặc được xác định bằng thiết bị UE 114 để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong N_C ô tương ứng, thì số lượng định dạng thứ nhất của thông tin DCI, chẳng hạn như $\lceil N_C/2 \rceil$ (hoặc $\lfloor N_C/2 \rfloor$) định dạng đầu tiên của thông tin DCI hoặc 4 định dạng đầu tiên của thông tin DCI, sau định dạng thứ nhất của thông tin DCI, có thể cung cấp thông tin ARI, và các định dạng còn lại của thông tin DCI, chẳng hạn như $\lfloor N_C/2 \rfloor$ (hoặc $\lceil N_C/2 \rceil$) định dạng cuối cùng của thông tin DCI hoặc $N_C - 4$ định dạng cuối cùng của thông tin DCI (khi $N_C > 4$), có thể cung cấp các lệnh TPC, trong đó $\lceil \cdot \rceil$ là hàm làm tròn lên lấy số nguyên nhỏ nhất lớn hơn trị số đó, và $\lfloor \cdot \rfloor$ là hàm làm tròn xuống lấy số nguyên lớn nhất nhỏ hơn trị số đó. Hai phương pháp này có thể được chọn dựa vào trường lệnh TPC có trong định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất để cung cấp lệnh TPC (thay cho thông tin ARI).

Nhờ sử dụng phương pháp thứ hai khi các định dạng của thông tin DCI có số lượng lớn (được truyền bằng nút eNB 102 và được xác định bằng thiết bị UE 114), ví dụ thiết bị UE 114 sử dụng định dạng thứ hai của kênh PUCCH để truyền các định dạng của thông tin DCI trong một số lượng lớn của các ô, cho nên ngay cả khi thiết bị UE 114 không phát hiện được một số định dạng của thông tin DCI, thì xác suất để cho thiết bị UE 114 không phát hiện được tất cả các định dạng của thông tin DCI cung cấp các lệnh TPC hoặc tất cả các định dạng của thông tin DCI cung cấp thông tin ARI có thể vẫn thấp hơn so với xác suất phát hiện sai thông tin HARQ-ACK. Ngoài ra, một phương pháp bất kỳ có thể được chọn sao cho định dạng của thông tin DCI trong ô thứ nhất cung cấp lệnh TPC để truyền định dạng của kênh PUCCH. Vì vậy, việc sử dụng phương pháp thứ nhất hay phương pháp thứ hai cũng có thể được liên hệ tương ứng với việc sử dụng định dạng thứ nhất của kênh PUCCH hay định dạng thứ hai của kênh PUCCH.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện cơ chế cung cấp lệnh TPC và thông tin ARI để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK theo sáng chế.

Thiết bị UE 114 được tạo cấu hình để hoạt động với dải thông CA phát hiện thấy một hoặc nhiều định dạng thứ nhất của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH tương ứng trong nhóm thứ nhất của các ô và một hoặc nhiều định dạng thứ hai của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH tương ứng trong nhóm thứ hai của các ô ở bước 1210. Thiết bị UE 114 xác định lệnh TPC từ trường lệnh TPC có trong một hoặc nhiều định dạng thứ nhất của thông tin DCI và thông tin ARI từ trường lệnh TPC có trong một hoặc nhiều định dạng thứ hai của thông tin DCI ở bước 1220. Thiết bị UE 114 truyền định dạng của kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK bằng cách sử dụng lệnh TPC để điều chỉnh công suất truyền và thông tin ARI để xác định tài nguyên của kênh PUCCH ở bước 1230. Tương tự, nút eNB 102 truyền một hoặc nhiều định dạng thứ ba của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong nhóm thứ nhất của các ô và một hoặc nhiều định dạng thứ tư của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong nhóm thứ hai của các ô. Nút eNB 102 cung cấp lệnh TPC trong trường lệnh TPC có trong một hoặc nhiều định dạng thứ nhất của thông tin DCI và thông tin ARI trong trường lệnh TPC có trong một hoặc nhiều định dạng thứ hai của thông tin DCI. Một hoặc nhiều định dạng thứ nhất của thông tin DCI hoặc một hoặc nhiều định dạng thứ ba của thông tin DCI là ít nhất một định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên ít nhất một kênh PDSCH tương ứng trong ít nhất một ô thứ nhất tương ứng.

Trong ví dụ thứ hai, trường lệnh TPC có thể luôn luôn được sử dụng để cung cấp các lệnh TPC và một trường khác có thể được bổ sung vào để cung cấp thông tin ARI. Đối với các định dạng của thông tin DCI được truyền trên kênh PDCCH, trường bổ sung này phải được giới thiệu là một trường mới. Đối với các định dạng của thông tin DCI được truyền trên kênh EPDCCH, trường bổ sung này có thể là trường HRO khi định dạng của thông tin DCI lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô thứ hai. Khi đó, thay vì đặt giá trị của trường HRO bằng không như trong hoạt động thông thường (xem tài liệu REF 3), trường HRO được sử dụng để làm trường thông tin ARI.

Bất kỳ ví dụ nào trong hai ví dụ này cũng đều có thể được áp dụng cho hệ thống TDD với điều kiện bổ sung là khả năng áp dụng mở rộng cho mọi khung con SF trong cửa sổ gói mà ở trong đó nút eNB 102 truyền các định dạng của thông tin DCI đến thiết

bị UE 114. Đối với phương pháp thứ nhất, để xem xét khả năng cho phép thiết bị UE 114 có tình trạng kênh tương quan với nhau ở các khung con SF trong cùng một cửa sổ gói và khả năng cho phép thiết bị UE 114 được lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong cùng một ô ở nhiều khung con SF trong cùng một cửa sổ gói, thì dạng kết hợp giữa các định dạng của thông tin DCI có trường lệnh TPC để cung cấp lệnh TPC hoặc cung cấp thông tin ARI có thể là dạng luân phiên giữa các khung con SF liên tiếp trong cùng một cửa sổ gói. Ô thứ nhất có thể được loại trừ ra khỏi dạng kết hợp luân phiên này. Ví dụ, đối với phương pháp thứ nhất, trường lệnh TPC có trong các định dạng thứ nhất, thứ ba, thứ năm, v.v. của thông tin DCI có thể cung cấp lệnh TPC, và trường lệnh TPC có trong các định dạng thứ hai, thứ tư, thứ sáu, v.v. của thông tin DCI có thể cung cấp thông tin ARI trong khung con SF đầu tiên và dạng kết hợp này có thể được đảo ngược ở khung con SF thứ hai trong cùng một cửa sổ gói. Ngoài ra, thiết bị UE 114 có thể tích lũy các lệnh TPC ở các khung con SF trong một cửa sổ gói có số lượng khung con SF bằng M_W . Khi $\delta_{PUCCH}(j)$ là giá trị của lệnh TPC trong các định dạng của thông tin DCI trong các ô có thể sử dụng được ở khung con SF $j, j = 0, 1, \dots, M_W - 1$, thì thiết bị UE 114 có thể tính lệnh TPC cuối để điều chỉnh công suất truyền của kênh PUCCH dưới dạng là $\sum_{j=0}^{M_W-1} \delta_{PUCCH}(j)$. Phương án này có thể thực hiện cơ chế điều khiển công suất chính xác hơn, nhất là đối với định dạng của kênh PUCCH dùng để truyền dung lượng hữu ích lớn của thông tin HARQ-ACK.

Đối với hệ thống TDD, bộ phận lập lịch biểu của nút eNB 102 thường được coi là không thể có khả năng dự báo về các quyết định lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114 ở các khung con SF phía sau trong cùng một cửa sổ gói. Do đó, khi thiết bị UE 114 chọn định dạng của kênh PUCCH theo dung lượng hữu ích tương ứng của thông tin HARQ-ACK, thì bộ phận lập lịch biểu của nút eNB 102 thường được coi là không thể biết định dạng của kênh PUCCH ở khung con SF đầu tiên trong một cửa sổ gói vì bộ phận lập lịch biểu của nút eNB 102 thường là không thể biết được dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK cho tới sau khi thu nhận được khung con SF cuối cùng trong cửa sổ gói đó. Ví dụ, nếu nút eNB 102 lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114 chỉ ở khung con SF đầu tiên trong cửa sổ gói, thì thiết

bị UE 114 sử dụng định dạng thứ nhất của kênh PUCCH như định dạng 3 của kênh PUCCH, trong khi đó nếu nút eNB 102 lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114 ở tất cả các khung con SF trong cửa sổ gói đó, thì thiết bị UE 114 sử dụng định dạng thứ hai của kênh PUCCH như định dạng của kênh PUCCH có cấu trúc dựa trên kênh PUSCH, ví dụ như được thể hiện trên Fig.4. Đối với hệ thống FDD, khác với hệ thống TDD, bộ phận lập lịch biểu của nút eNB 102 biết số lượng ô để truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong khung con SF và có thể thiết lập giá trị của thông tin ARI hoặc là để chỉ báo tài nguyên dùng cho định dạng 3 của kênh PUCCH khi dung lượng hữu ích tương ứng của thông tin HARQ-ACK là $O_{HARQ_ACK} \leq 22$ bit, hoặc là để chỉ báo tài nguyên dùng cho định dạng của kênh PUCCH có cấu trúc dựa trên kênh PUSCH khi dung lượng hữu ích tương ứng của thông tin HARQ-ACK là $O_{HARQ_ACK} > 22$ bit.

Để cho phép nút eNB 102 và thiết bị UE 114 cùng biết giống như nhau về tài nguyên của kênh PUCCH dùng để truyền định dạng của kênh PUCCH, thì giá trị của thông tin ARI trong định dạng của thông tin DCI được truyền ở một khung con SF trong cửa sổ gói có thể chỉ báo tài nguyên dùng cho định dạng của kênh PUCCH mà thiết bị UE 114 sẽ sử dụng để đáp lại việc thu được tín hiệu trên kênh PDSCH ở các khung con SF trước đó, nếu có, trong cửa sổ gói và ở khung con SF hiện thời trong cửa sổ gói. Vì vậy, giá trị của thông tin ARI có thể phụ thuộc vào khung con SF truyền các định dạng của thông tin DCI tương ứng, và có thể có các giá trị khác nhau trong các định dạng của thông tin DCI được truyền ở các khung con SF khác nhau trong cửa sổ gói. Ví dụ, định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH ở khung con SF đầu tiên trong cửa sổ gói chỉ báo (dựa vào giá trị của trường lệnh TPC khi trường này được dùng làm trường thông tin ARI) tài nguyên của kênh PUCCH dùng cho định dạng thứ nhất của kênh PUCCH, như định dạng 3 của kênh PUCCH, trong khi đó định dạng của thông tin DCI để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH ở khung con SF cuối cùng trong cửa sổ gói chỉ báo tài nguyên của kênh PUCCH dùng cho định dạng thứ hai của kênh PUCCH, như định dạng 4 của kênh PUCCH có cấu trúc dựa trên kênh PUSCH.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện quy trình xác định, bằng nút eNB và bằng thiết bị UE, tài nguyên của kênh PUCCH được chỉ báo bằng giá trị của thông tin ARI trong một định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF trong một cửa sổ gói theo sáng chế.

Trong khung con SF, nút eNB 102 (hoặc thiết bị UE 114) xác định dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK dựa vào các định dạng của thông tin DCI được truyền ở các khung con SF trong cửa sổ gói cho tới khung con SF hiện thời ở bước 1310. Nút eNB 102 (hoặc thiết bị UE 114) xác định xem dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK có liên quan đến việc sử dụng định dạng thứ nhất của kênh PUCCH hay định dạng thứ hai của kênh PUCCH ở bước 1320. Khi định dạng thứ nhất của kênh PUCCH được sử dụng, thì giá trị của thông tin ARI trong định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF ở bước 1310 chỉ báo tài nguyên để truyền định dạng thứ nhất của kênh PUCCH ở bước 1330. Khi định dạng thứ hai của kênh PUCCH được sử dụng, thì giá trị của thông tin ARI trong định dạng của thông tin DCI được truyền ở khung con SF ở bước 1310 chỉ báo tài nguyên để truyền định dạng thứ hai của kênh PUCCH ở bước 1340.

Khi thiết bị UE 114 truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ nhất có thông tin UCI tương ứng với nhóm thứ nhất của các ô DL và truyền tín hiệu trên kênh PUCCH trong ô thứ hai có thông tin UCI tương ứng với nhóm thứ hai của các ô DL, thì phương án thứ nhất được áp dụng riêng biệt cho nhóm thứ nhất của các ô DL và ô thứ nhất và cho nhóm thứ hai của các ô DL và ô thứ hai.

Cơ chế điều khiển công suất truyền của kênh PUCCH

Phương án thứ hai của sáng chế xem xét cơ chế điều khiển công suất truyền của kênh PUCCH. Khác với các định dạng của kênh PUCCH hỗ trợ hoạt động với dải thông CA có tối đa là 5 ô DL (xem các tài liệu REF 1 và REF 3), trong đó việc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH luôn luôn sử dụng một cặp khối PRB, việc truyền tín hiệu trên kênh PUCCH hỗ trợ hoạt động với dải thông CA có nhiều hơn 5 ô DL có thể sử dụng nhiều hơn một cặp khối PRB.

Để truyền thông tin HARQ-ACK trên kênh PUCCH, thiết bị UE 114 có thể tính công suất truyền $P_{PUCCH,c}(i)$ của kênh PUCCH, tính theo đơn vị dexiben trên một milioát (dBm), trong ô c (ô thứ nhất hoặc ô thứ hai) và khung con SF i dựa vào biểu thức 3:

$$P_{PUCCH,c}(i) = \min \left\{ \begin{array}{l} P_{CMAX,c}(i), \\ 10\log_{10}(M_{PUCCH,c}(i)) + P_{O_PUCCH,c}(u) + PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + \Delta_{TxD}(u) + g_c(i) \end{array} \right\}$$

[dBm] (3)

hoặc, sử dụng độ lệch công suất truyền $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ so với định dạng 1a của kênh PUCCH như trong biểu thức 2 để tính công suất truyền của kênh PUCCH, ở dạng tương đương như trong biểu thức 3a:

$$P_{PUCCH,c}(i) = \min \left\{ P_{CMAX,c}(i), 10\log_{10}(M_{PUCCH,c}(i)) + P_{O_PUCCH,c}(u) + PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + \Delta_{TxD}(u) + g_c(i) \right\} \quad [\text{dBm}] \quad (3a)$$

trong đó,

$P_{CMAX,c}(i)$ là công suất truyền của thiết bị UE 114 được tạo cấu hình trong ô c và khung con SF i ,

$M_{PUCCH,c}(i)$ là dải thông BW truyền tín hiệu của kênh PUCCH trong các khối RB trong ô c và khung con SF i .

$P_{O_PUCCH,c}(u)$ điều chỉnh giá trị trung bình của tỷ số SINR của các tín hiệu thu được ở nút eNB 102 trong ô c và là tổng của thành phần dành riêng cho ô $P_{O_NOMINAL_PUCCH}(u)$ và thành phần dành riêng cho thiết bị UE $P_{O_UE_PUCCH}(u)$ được nút eNB 102 cung cấp cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn. Để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển thông tin HARQ-ACK, $u = 0$. Để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển thông tin P-CSI, $u = 1$. Để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển cả hai thông tin HARQ-ACK và P-CSI, thì sử dụng hai giá trị $P_{O_NOMINAL_PUCCH}(u)$ lớn hơn để đảm bảo là sẽ sử dụng giá trị BLER mục tiêu nhỏ hơn trong số giá trị BLER của thông tin HARQ-ACK BLER và giá trị BLER của thông tin P-CSI để truyền chung cả hai thông tin HARQ-ACK và P-CSI. Yêu cầu SR có thể được truyền kết hợp mà không cần thay đổi gì thêm. Khi cùng một giá trị BLER mục tiêu được áp dụng ngầm định cho cả hai thông tin HARQ-ACK và P-CSI trong hệ thống hoạt động (tức là nút eNB 102 không tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 có các giá trị $P_{O_PUCCH,c}(u)$ khác nhau dùng cho thông tin HARQ-ACK và thông tin P-CSI), thì không cần có sự phụ thuộc của giá trị $P_{O_PUCCH,c}(u)$ vào loại thông tin UCI (chỉ số u có thể được loại bỏ).

PL_c là giá trị ước tính độ tổn hao do đường truyền (PL) đo được bằng thiết bị UE 114 trong ô c .

$\Delta_{F_PUCCH}(F)$ được cung cấp cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở các tầng cao hơn và có giá trị phụ thuộc vào định dạng (F) tương ứng của kênh PUCCH có độ lệch công suất truyền so với định dạng 1a của kênh PUCCH.

$\Delta_{TF,c}(i)$ được xác định dưới dạng $\Delta_{TF,c}(i) = 10 \log_{10}(2^{BP_{RE} \cdot K_s} - 1)$, trong đó $BP_{RE} = O_{UCI}/N_{RE}$, O_{UCI} là số lượng bit UCI có cả các bit CRC, và $N_{RE} = M_{SC}^{PUCCH} \cdot N_{sym}^{PUCCH}$. Trong ví dụ thứ nhất, K_s được tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 thông qua tín hiệu báo hiệu ở tầng cao hơn với $K_s = 0$ hoặc $K_s = 1,25$. Trong ví dụ thứ hai, giá trị của K_s được thiết lập theo đặc tả của hệ thống hoạt động với $K_s = 1,25$ để điều chỉnh công suất truyền của kênh PUCCH theo dung lượng hữu ích của thông tin UCI.

$$g_c(i) = g_c(i-1) + \sum_{m=0}^{M-1} \delta_{PUCCH,c}(i-k_m), \text{ trong đó } g_c(i) \text{ là trạng thái điều chỉnh mức}$$

điều khiển công suất của kênh PUCCH hiện thời và trong đó $g(0)$ là giá trị thứ nhất sau khi thiết lập lại, $\delta_{PUCCH,c}$ là lệnh TPC được thông báo cho thiết bị UE 114 trong định dạng của thông tin DCI cho liên kết DL để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH, như định dạng của thông tin DCI (định dạng thứ nhất của thông tin DCI trong hệ thống TDD) để lập lịch biểu truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong ô thứ nhất hoặc định dạng 3/3A của thông tin DCI, và M và k_m được xác định như đã nêu ở trong tài liệu REF 3.

$\Delta_{TxD}(u)$ bằng 0 khi thiết bị UE 114 truyền tín hiệu trên kênh PUCCH từ một cổng anten và $\Delta_{TxD}(u) > 0$ khi nút eNB 102 tạo cấu hình cho thiết bị UE 114 để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH sử dụng sự phân tập anten truyền (TxD). Giá trị âm của $\Delta_{TxD}(u)$ cho phép đạt được độ tăng ích BLER nhờ sự phân tập anten truyền. Khi thiết bị UE 114 được tạo cấu hình độc lập với sự phân tập anten truyền để truyền thông tin HARQ-ACK và để truyền thông tin P-CSI, thì giá trị $\Delta_{TxD}(u)$ có thể là khác nhau để truyền thông tin HARQ-ACK (với $u = 0$) và để truyền thông tin P-CSI (với $u = 0$). Để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH vận chuyển cả hai thông tin HARQ-ACK và P-CSI, thì có thể sử dụng sự phân tập anten truyền. Khi thiết bị UE 114 được tạo cấu hình có sự phân tập anten truyền

để truyền chung cả hai thông tin HARQ-ACK và P-CSI, thì không cần có sự phụ thuộc của giá trị $\Delta_{TxD}(u)$ vào loại thông tin UCI (chỉ số u có thể được loại bỏ).

Quy trình phát hiện từ mã thông tin HARQ-ACK ở bộ thu tín hiệu của nút eNB

Phương án thứ ba của sáng chế xem xét quy trình phát hiện từ mã thông tin HARQ-ACK ở nút eNB 102 khi thiết bị UE 114 mã hoá từ mã thông tin HARQ-ACK bằng cách sử dụng bộ mã hoá TBCC.

Từ mã thông tin HARQ-ACK có thể có các giá trị của thông tin HARQ-ACK là đã biết ở nút eNB 102. Ví dụ, khi trường DAI tổng số ở trong một ô không được sử dụng để chỉ báo các ô có tín hiệu truyền trên kênh PDSCH từ nút eNB 102 đến thiết bị UE 114 trong hệ thống FDD để xác định dung lượng hữu ích của thông tin HARQ-ACK, thì thiết bị UE 114 có thể được tạo cấu hình có thông tin HARQ-ACK cho tất cả các ô trong từ mã thông tin HARQ-ACK. Đối với các ô mà ở trong đó nút eNB 102 không truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114, thì nút eNB 102 có thể coi rằng giá trị tương ứng của thông tin HARQ-ACK trong từ mã thông tin HARQ-ACK là giá trị NACK/DTX. Ví dụ, trong hệ thống TDD, khi thiết bị UE 114 cung cấp thông tin HARQ-ACK để truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong một ô ở mọi khung con SF trong cửa sổ gói, thì nút eNB 102 có thể coi rằng trong khung con SF mà ở trong đó nút eNB 102 không truyền tín hiệu trên kênh PDSCH đến thiết bị UE 114, giá trị tương ứng của thông tin HARQ-ACK đó trong từ mã thông tin HARQ-ACK là giá trị NACK/DTX. Ví dụ, giá trị NACK/DTX có thể được biểu diễn bằng giá trị nhị phân '0', còn giá trị ACK có thể được biểu diễn bằng giá trị nhị phân '1'.

Khi thiết bị UE 114 sử dụng bộ mã hoá TBCC để mã hoá từ mã thông tin HARQ-ACK, thì bộ giải mã TBCC ở nút eNB 102 có thể giữ nguyên số lượng đường truyền trong sơ đồ mã hoá dạng mắt cáo, trong đó các đường truyền có thể được chọn theo giá trị đo xác suất tương ứng. Đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất có thể được loại bỏ (nhánh tương ứng trong sơ đồ mã hoá dạng mắt cáo được cắt bỏ) khi từ mã thông tin HARQ-ACK thu được có các giá trị của thông tin HARQ-ACK khác với các giá trị của thông tin HARQ-ACK đã biết trước ở nút eNB 102, đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất kế tiếp có thể được chọn, và cứ tiếp tục làm như vậy, cho tới khi từ mã

thông tin HARQ-ACK đã giải mã thu được có các giá trị của thông tin HARQ-ACK giống với các giá trị của thông tin HARQ-ACK đã biết trước ở nút eNB 102. Ví dụ, xét một trường hợp đơn giản, từ mã thông tin HARQ-ACK có 5 bit (mặc dù trên thực tế, phương pháp mã hoá tích chập áp dụng cho các từ mã thông tin HARQ-ACK có độ dài lớn hơn nhiều, chẳng hạn như có trên 22 bit), trong đó nút eNB 102 dự tính bit thứ tư có giá trị bằng '0', nút eNB 102 có thể loại bỏ từ mã đã được giải mã là 'x1, x2, x3, 1, x5' ngay cả khi từ mã này có giá trị đo xác suất lớn nhất và thay vào đó, nó sẽ chọn từ mã 'y1, y2, y3, 0, y5' có giá trị đo xác suất lớn nhất trong số các từ mã có giá trị nhị phân bằng '0' ở phân tử thứ tư.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện quy trình giải mã ở nút eNB cho từ mã thông tin HARQ-ACK được mã hoá TBCC theo sáng chế.

Nút eNB 102 xác định các giá trị đã biết trong từ mã thông tin HARQ-ACK đã mã hoá TBCC thu được ở bước 1410, từ mã này được truyền bằng thiết bị UE 114 để đáp lại việc thu được tín hiệu trên kênh PDSCH. Ví dụ, giá trị đã biết có thể là giá trị nhị phân bằng '0' ở vị trí tương ứng với ô mà ở trong đó nút eNB 102 không truyền tín hiệu trên kênh PDSCH trong khung con SF. Bộ giải mã TBCC ở nút eNB 102 giải mã từ mã thông tin HARQ-ACK đã được mã hoá TBCC và giữ nguyên số lượng đường truyền trong sơ đồ giải mã dạng mắt cáo và các giá trị đo xác suất tương ứng ở bước 1420. Số lượng đường truyền có thể phụ thuộc vào bộ giải mã mà nút eNB 102 sử dụng. Nút eNB 102 kiểm tra xem có phải là từ mã thông tin HARQ-ACK tương ứng với đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất hay không ở bước 1430. Bước kiểm tra này có thể được thực hiện bằng cách xác định xem các giá trị đã biết trong từ mã thông tin HARQ-ACK dự bị tương ứng với đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất có hay không giống với các giá trị trong từ mã thông tin HARQ-ACK đã được giải mã ở các vị trí định trước tương ứng, các vị trí định trước này có thể tương ứng với, ví dụ, các chỉ số ô. Khi kết quả kiểm tra cho biết là có giống nhau, thì nút eNB 102 có thể chọn từ mã thông tin HARQ-ACK dự bị để dùng làm từ mã thông tin HARQ-ACK tương ứng với đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất ở bước 1440. Khi kết quả kiểm tra cho biết là có khác nhau, thì nút eNB 102 có thể loại bỏ đường truyền hiện thời có giá trị đo xác suất lớn nhất ra khỏi số lượng đường truyền ở bước 1450 và sau đó lặp lại bước 1430. Theo cách tương đương, bộ giải

mã TBCC ở nút eNB 102 có thể cắt bỏ các nhánh trong sơ đồ giải mã dạng mắt cáo tương ứng với giá trị bit của thông tin HARQ-ACK khác với giá trị bit của thông tin HARQ-ACK đã biết ở vị trí tương ứng từ mã thông tin HARQ-ACK.

Fig.15 thể hiện cách chọn đường truyền bằng bộ giải mã sử dụng các bit đã biết trong từ mã theo sáng chế.

Từ mã HARQ-ACK thực tế là từ mã “1 1 0 0 1 0 1 0” 1510. Các bit đã biết trong thông tin HARQ-ACK là bit thứ ba và bit thứ sáu. Khi sử dụng các bit đã biết này, bộ giải mã cắt bỏ (loại bỏ) các đường truyền 1520, 1530 trong sơ đồ mã hoá dạng mắt cáo, mặc dù các đường truyền đó có giá trị đo xác suất lớn hơn, vì tạo ra từ mã đã được giải mã có các giá trị bit khác với các giá trị bit đã biết của các bit thông tin HARQ-ACK. Bộ giải mã chọn đường truyền có giá trị đo xác suất lớn nhất để tạo ra từ mã đã được giải mã có các giá trị bit của thông tin HARQ-ACK giống với các giá trị bit đã biết của thông tin HARQ-ACK ở các vị trí tương ứng trong từ mã thông tin HARQ-ACK 1540.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa vào các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể tìm ra nhiều phương án thay đổi và cải biến khác nhau. Cần phải hiểu rằng, sáng chế bao gồm tất cả các phương án thay đổi và cải biến nằm trong phạm vi như được xác định dựa vào các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bằng thiết bị người dùng (User Equipment, UE) (114), phương pháp này bao gồm các bước:

xác định công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) trong khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, TTI) i trên ô phục vụ c dựa vào số lượng khối tài nguyên (Resource Block, RB) của kênh PUCCH trong khoảng TTI i trên ô phục vụ c , số lượng bit thông tin điều khiển liên kết lên (Uplink Control Information, UCI) có cả các bit kiểm dư vòng (Cyclic Redundancy Check, CRC) được truyền trên kênh PUCCH trong khoảng TTI i , và số lượng phần tử tài nguyên (Resource Element, RE) của kênh PUCCH; và

truyền kênh PUCCH bằng cách sử dụng công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH này.

2. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH được xác định bằng cách còn xem xét ít nhất một thông số trong số công suất truyền được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua các tầng cao hơn, giá trị độ tổn hao do đường truyền được đo bằng thiết bị UE (114), thông số thứ nhất của tổng của thành phần dành riêng cho ô và thành phần dành riêng cho thiết bị UE được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua các tầng cao hơn, thông số thứ hai được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua tầng cao hơn đối với định dạng của kênh PUCCH, và trạng thái điều chỉnh công suất truyền của kênh PUCCH ở thiết bị UE (114).

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó:

số lượng phần tử RE của kênh PUCCH được xác định dựa vào số lượng khối RB của kênh PUCCH và số lượng ký hiệu trong khoảng TTI i trên ô phục vụ.

4. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó số lượng bit thông tin UCI lớn hơn giá trị định trước.

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

xác định tài nguyên của kênh PUCCH để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH dựa vào số lượng bit thông tin UCI.

6. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó định dạng 4 của kênh PUCCH được xác định để truyền thông tin UCI, nếu số lượng bit thông tin UCI lớn hơn giá trị định trước.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó giá trị định trước bằng 22.

8. Thiết bị người dùng (User Equipment, UE) (114), bao gồm:

bộ thu phát (210); và

bộ điều khiển (240) được tạo cấu hình để:

xác định công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH) trong khoảng thời gian truyền (TTI) i trên ô phục vụ c dựa vào số lượng khối tài nguyên (RB) của kênh PUCCH trong khoảng TTI i trên ô phục vụ c , số lượng bit thông tin điều khiển liên kết lên (UCI) có cả các bit kiểm dư vòng (CRC) được truyền trên kênh PUCCH trong khoảng TTI i , và số lượng phần tử tài nguyên (RE) của kênh PUCCH, và

truyền kênh PUCCH bằng cách sử dụng công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH này.

9. Thiết bị UE (114) theo điểm 8,

trong đó công suất truyền để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH được xác định bằng cách còn xem xét ít nhất một thông số trong số công suất truyền được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua các tầng cao hơn, giá trị độ tổn hao do đường truyền được đo bằng thiết bị UE (114), thông số thứ nhất của tổng của thành phần dành riêng cho ô và thành phần dành riêng cho thiết bị UE được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua các tầng cao hơn, thông số thứ hai được tạo cấu hình cho thiết bị UE (114) thông qua tầng cao hơn đối với định dạng của kênh PUCCH, và trạng thái điều chỉnh công suất truyền của kênh PUCCH ở thiết bị UE.

10. Thiết bị UE (114) theo điểm 9, trong đó:

số lượng phần tử RE của kênh PUCCH được xác định dựa vào số lượng khối RB của kênh PUCCH và số lượng ký hiệu trong khoảng TTI i trên ô phục vụ.

11. Thiết bị UE (114) theo điểm 8,

trong đó số lượng bit thông tin UCI lớn hơn giá trị định trước.

12. Thiết bị UE (114) theo điểm 8,

trong đó bộ điều khiển còn được tạo cấu hình để xác định tài nguyên của kênh PUCCH để truyền tín hiệu trên kênh PUCCH dựa vào số lượng bit thông tin UCI.

13. Thiết bị UE (114) theo điểm 8,

trong đó định dạng 4 của kênh PUCCH được xác định để truyền thông tin UCI, nếu số lượng bit thông tin UCI lớn hơn giá trị định trước.

14. Thiết bị UE (114) theo điểm 13, trong đó giá trị định trước bằng 22.

Fig. 1

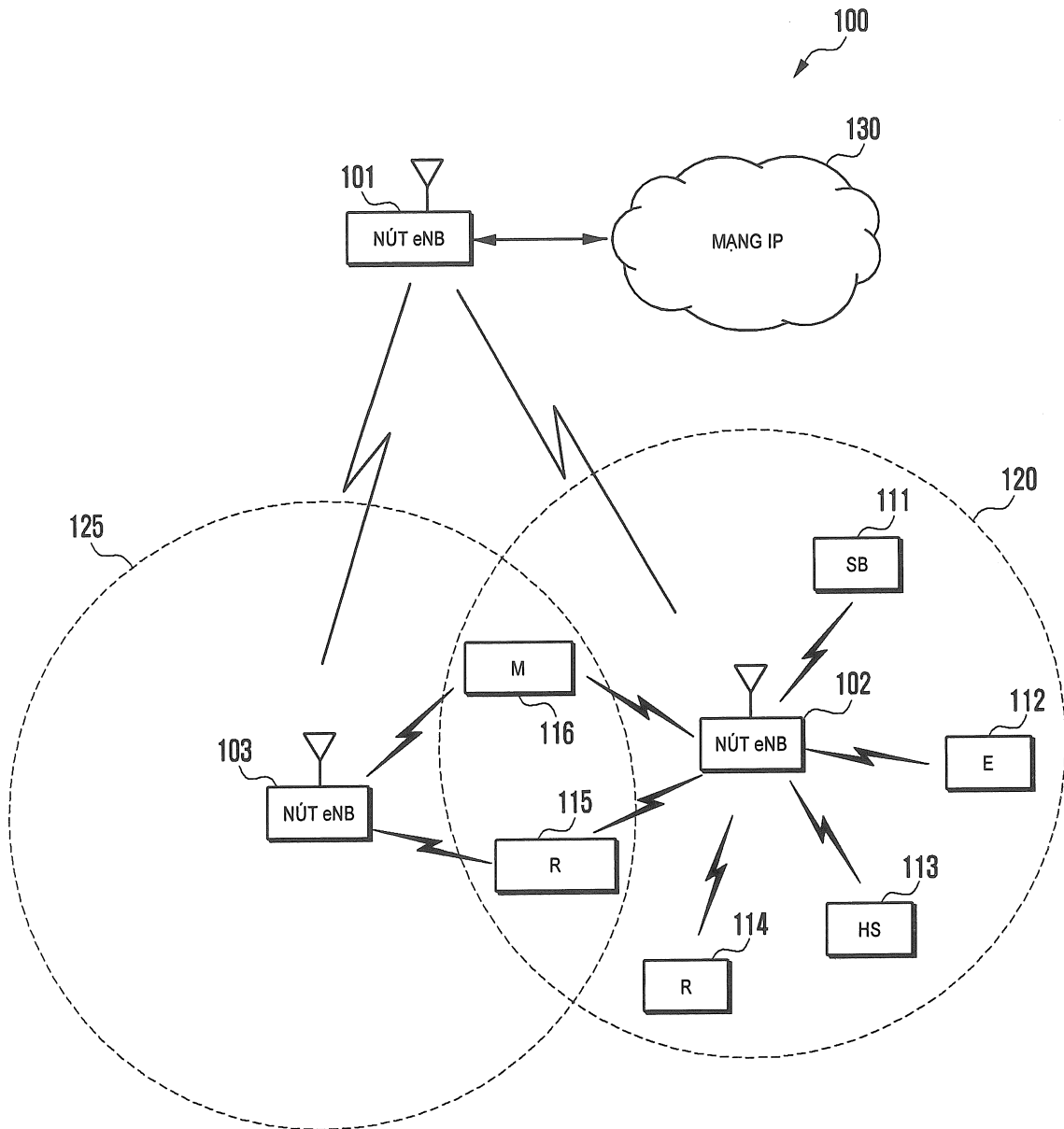


Fig. 2

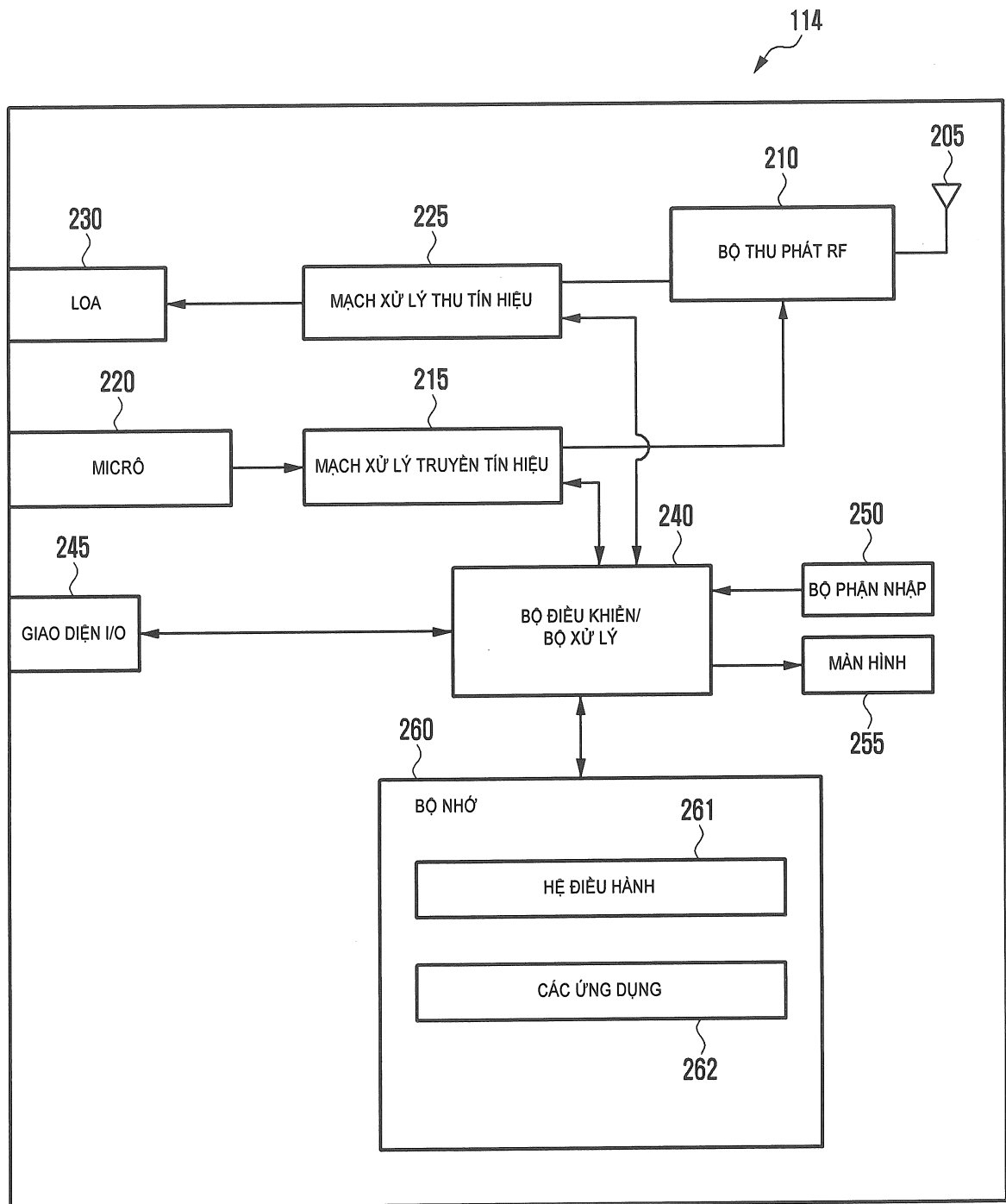


Fig. 3

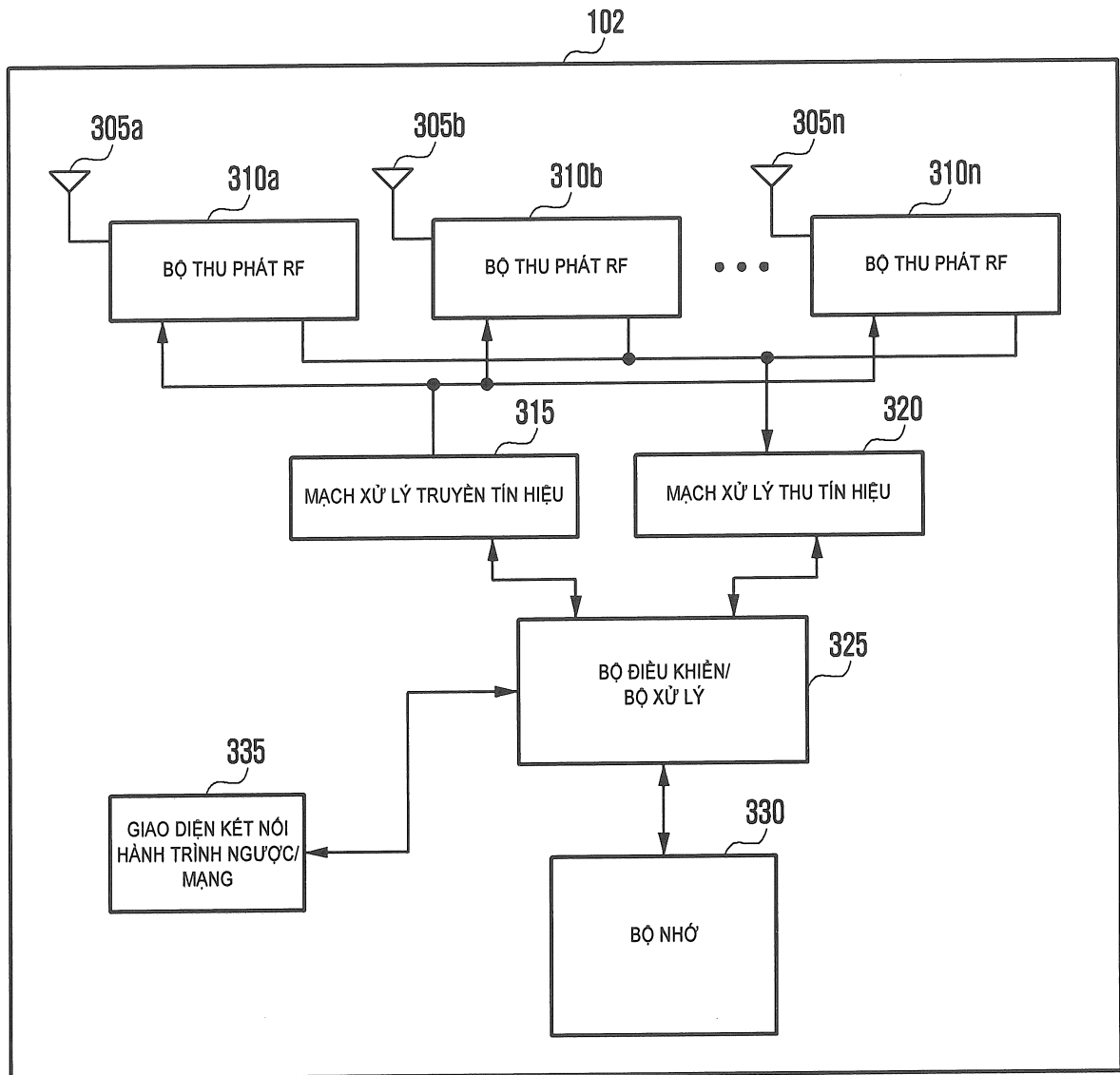


Fig. 4

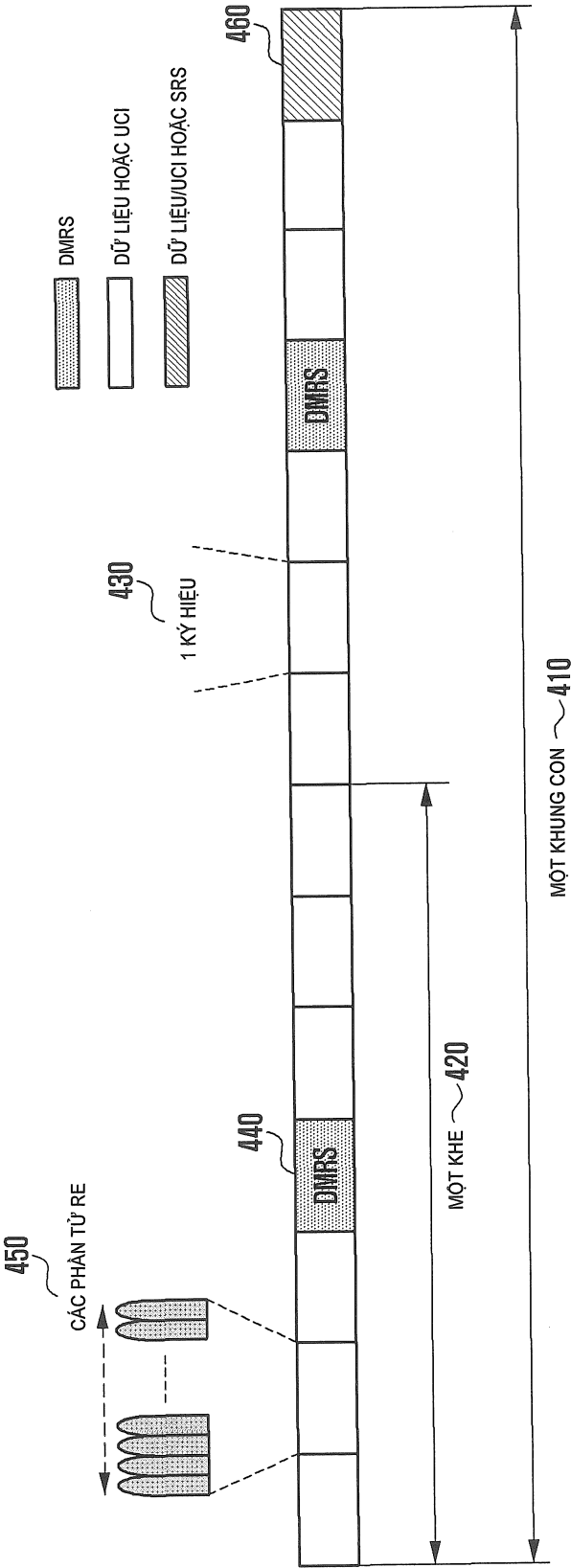


Fig. 5

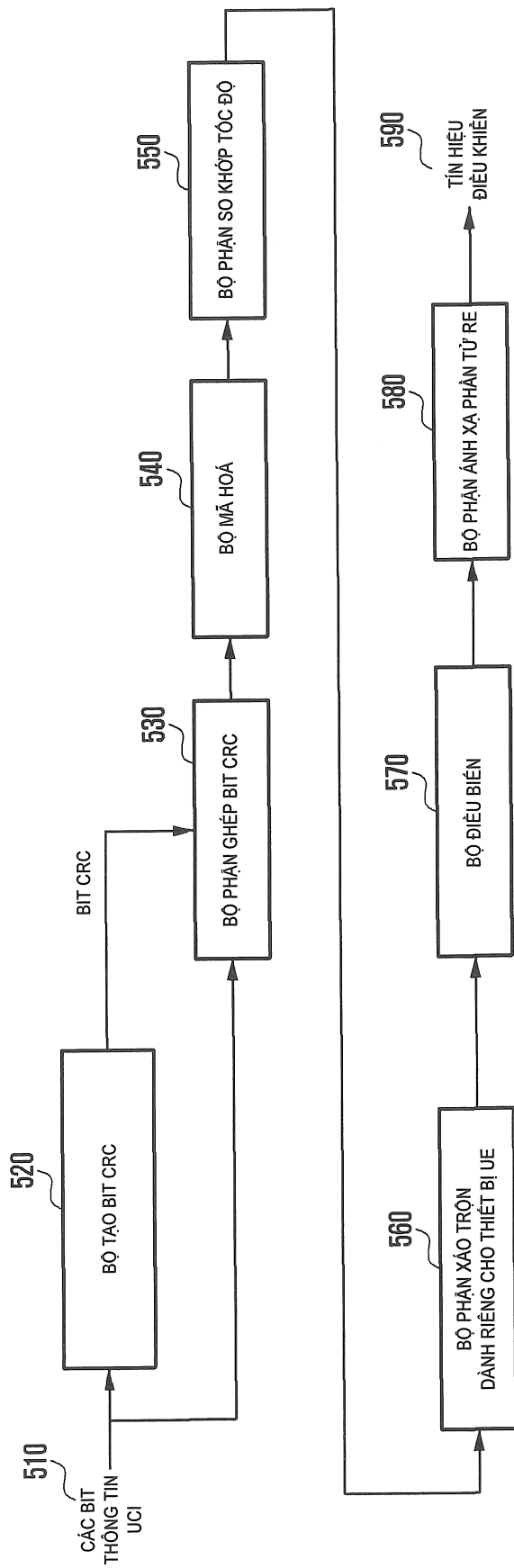


Fig. 6

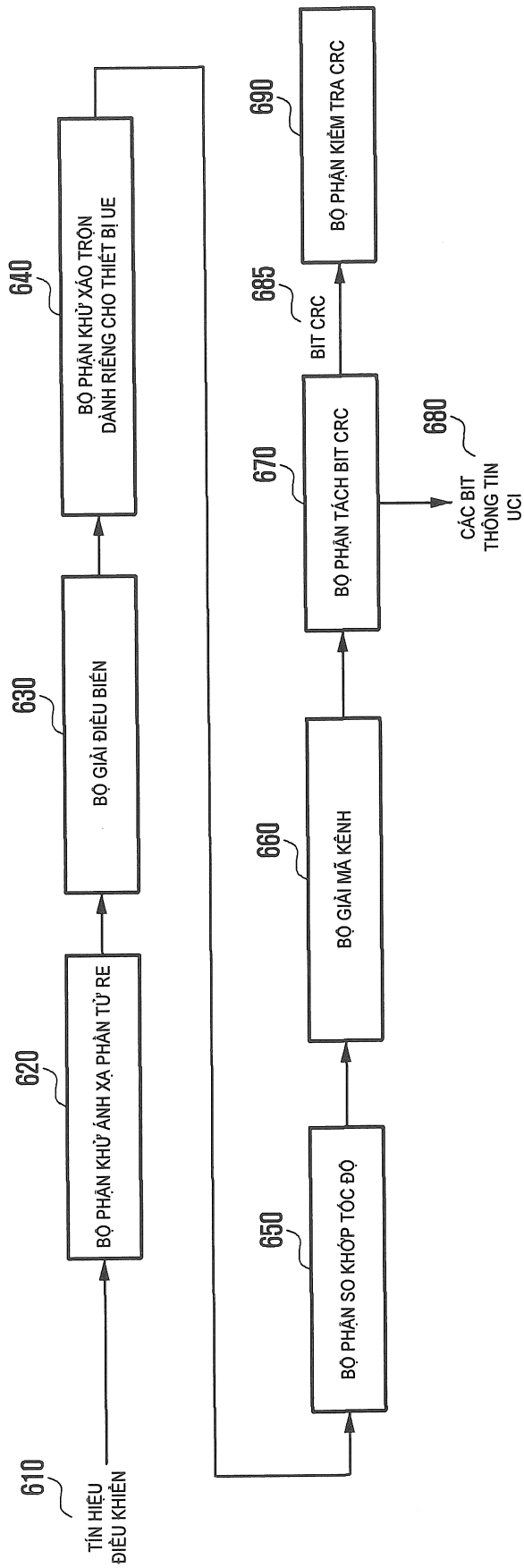


Fig. 7

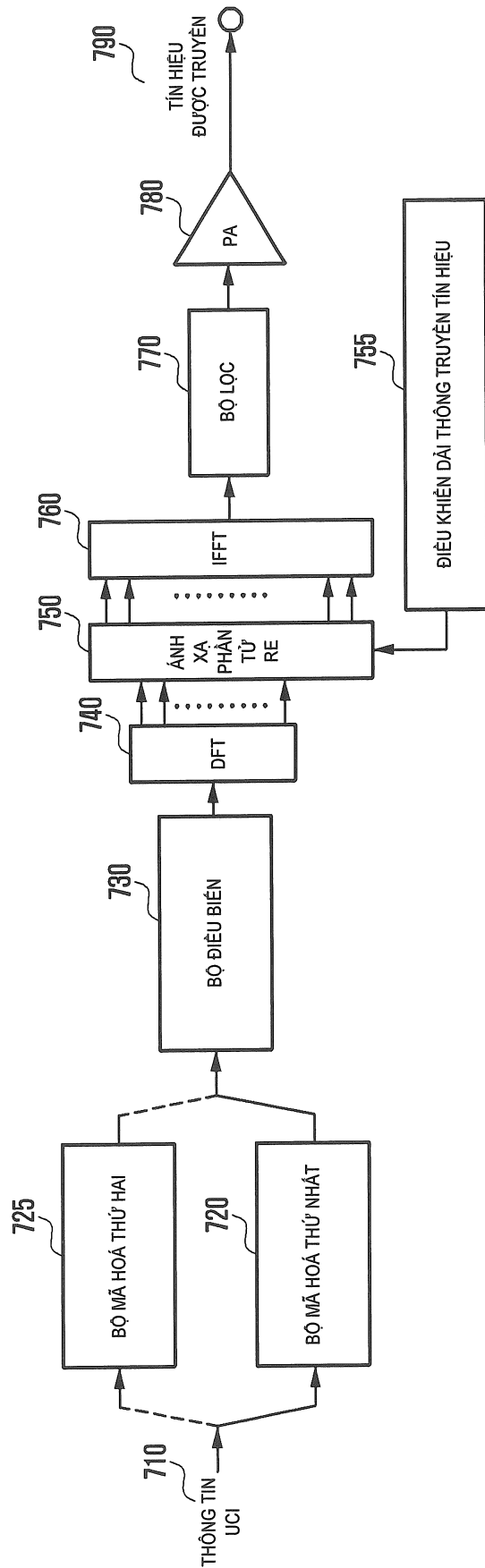


Fig. 8

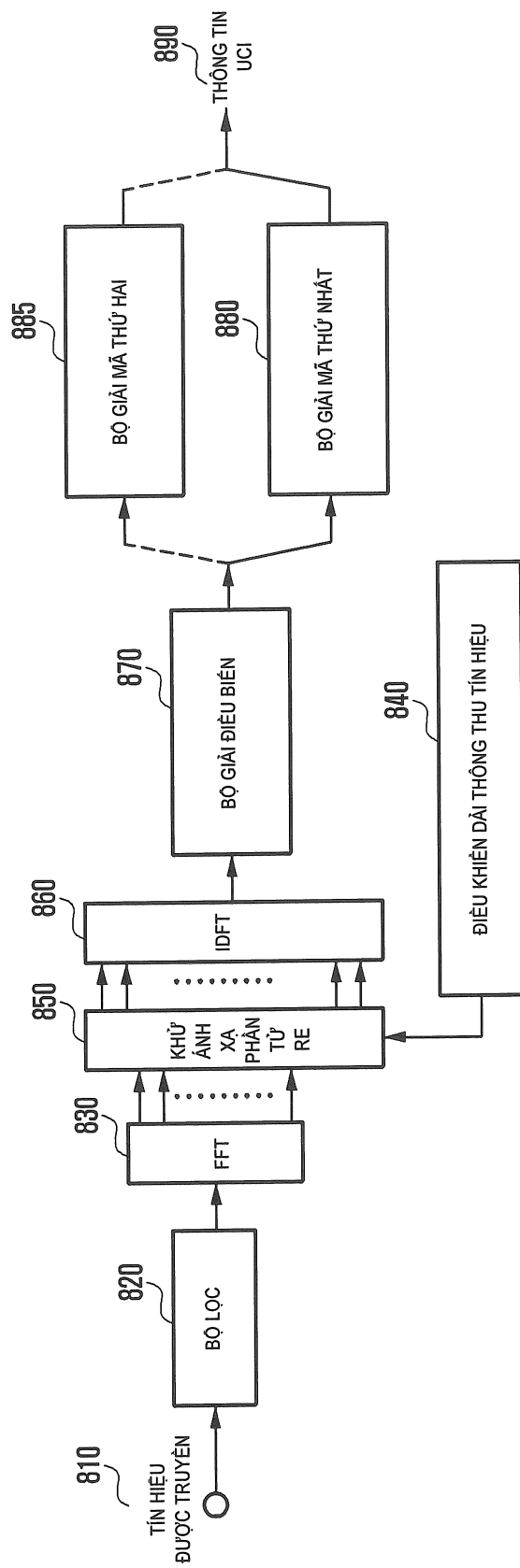


Fig. 9

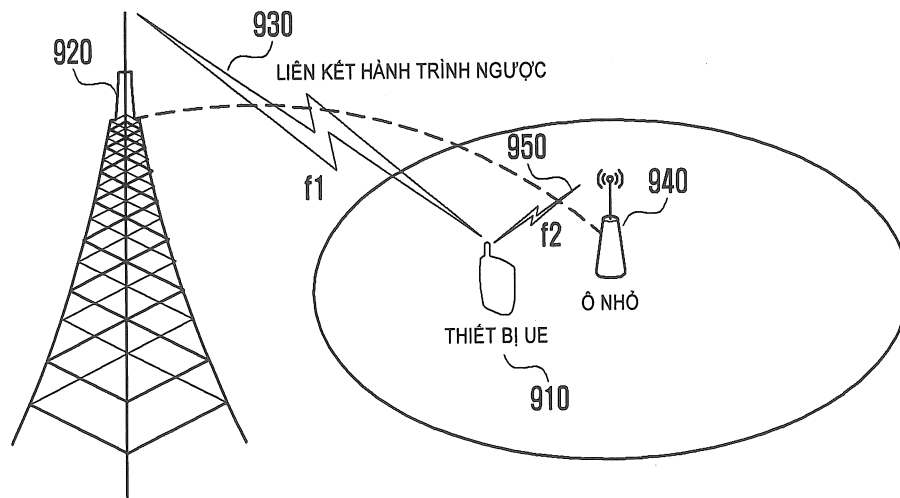


Fig. 10

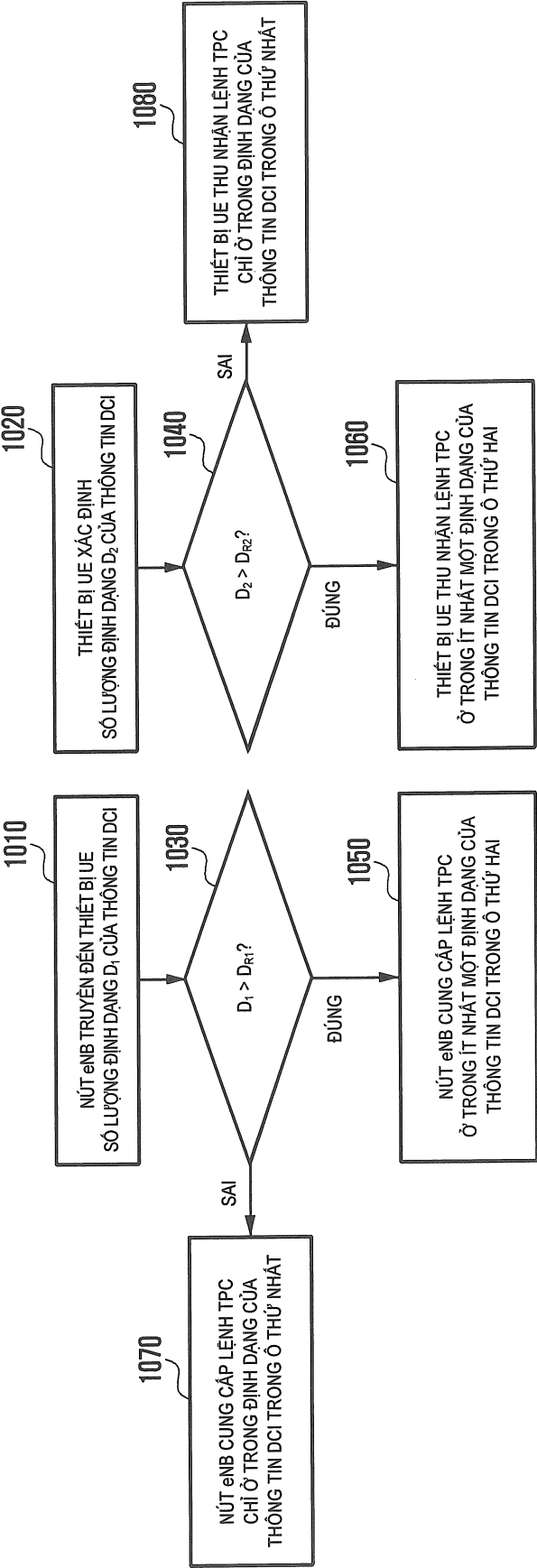


Fig. 11

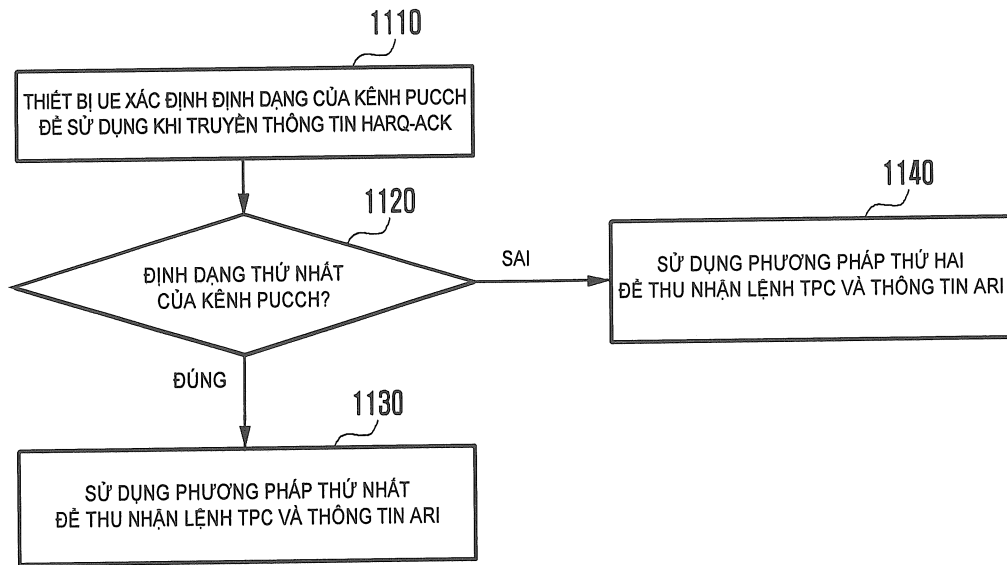


Fig. 12

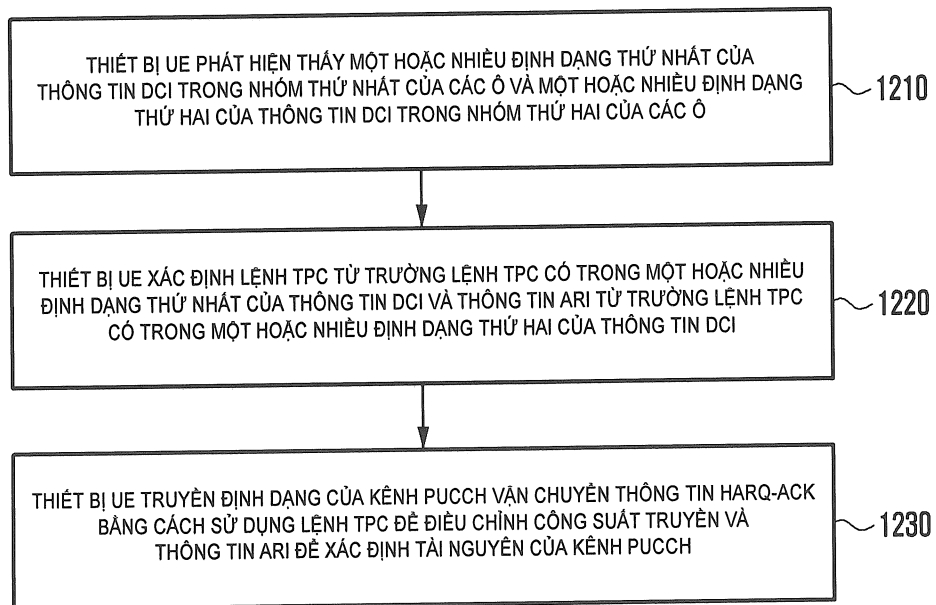


Fig. 13

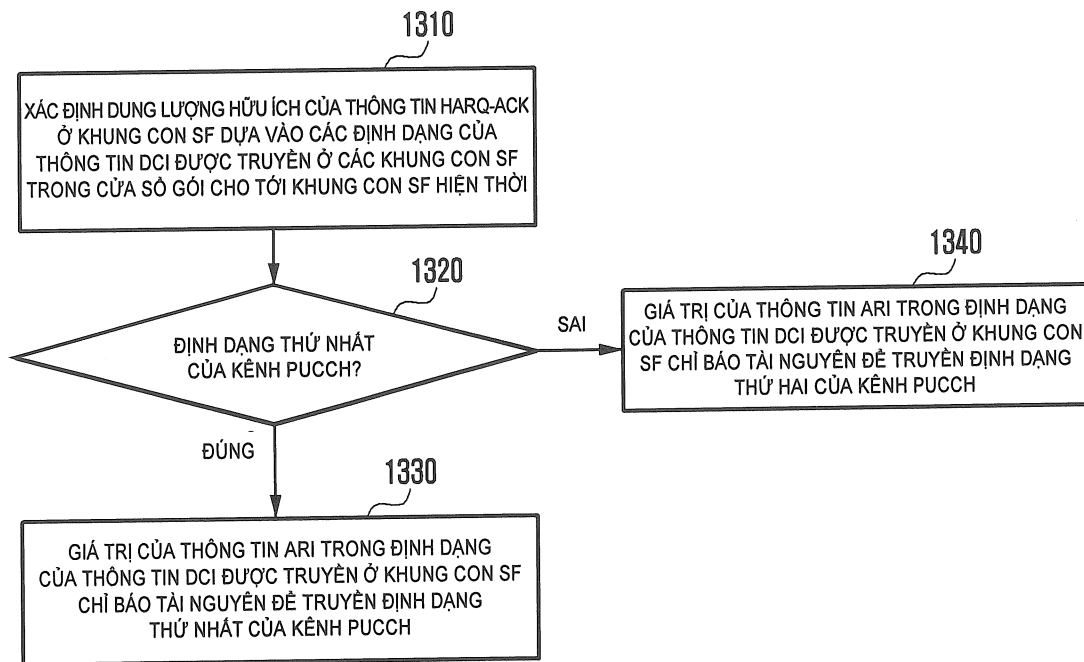


Fig. 14

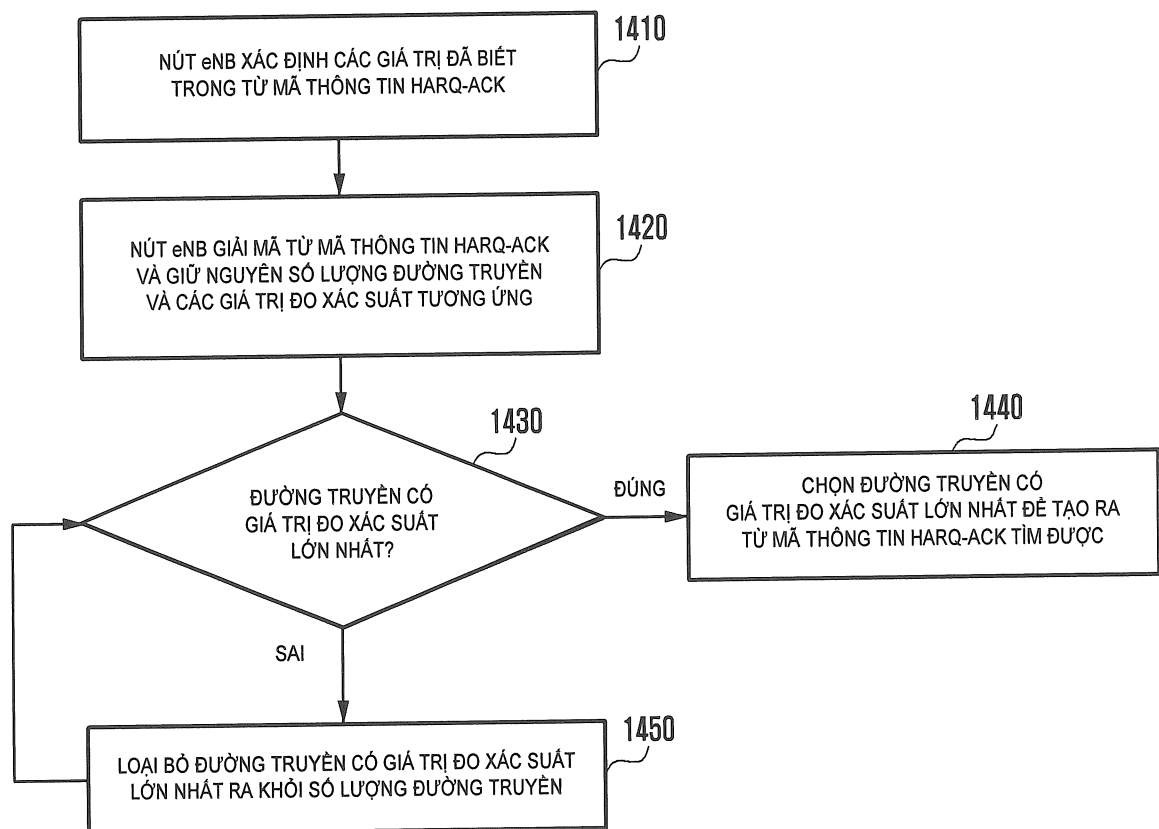


Fig. 15

