



(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)



1-0034057

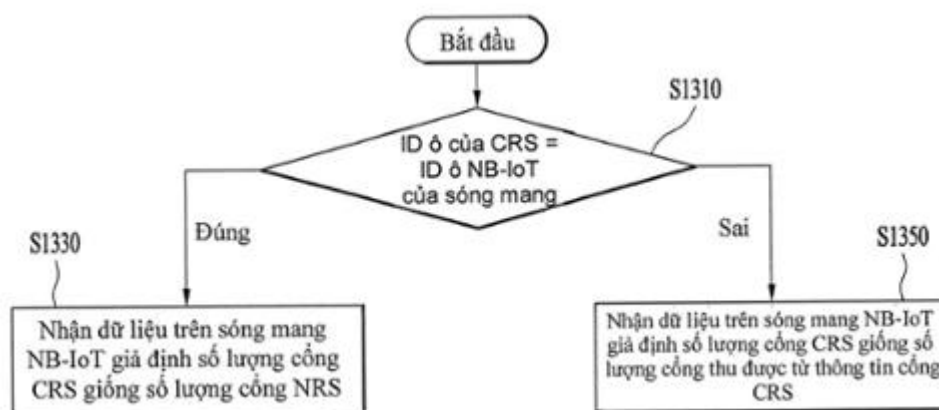
(51)⁸ H04L 5/00; H04L 27/26

(13) B

- (21) 1-2018-01816 (22) 17/10/2016
(86) PCT/KR2016/011607 17/10/2016 (87) WO 2017/069470 A1 27/04/2017
(30) 62/243,644 19/10/2015 US; 62/335,644 12/05/2016 US
(45) 25/11/2022 416 (43) 25/07/2018 364A
(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)
128, Yeoui-daero Yeongdeungpo-gu, Seoul 07336 Republic of Korea
(72) KIM, Eunsun (KR); YI, Yunjung (KR).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG ĐỂ NHẬN TÍN HIỆU ĐƯỜNG XUỐNG, PHƯƠNG PHÁP VÀ TRẠM CƠ SỞ ĐỂ TRUYỀN TÍN HIỆU ĐƯỜNG XUỐNG

(57) Sáng chế đề cập đến các phương pháp và các thiết bị để truyền/nhận các tín hiệu đường xuống trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Thông tin sóng mang được cung cấp cho thiết bị người dùng, thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất liên quan đến sóng mang thứ nhất hoạt động trên một khối tài nguyên (RB-resource block) và ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS-cell specific reference signal) trên sóng mang thứ nhất là giống hay khác nhau. Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thiết bị người dùng giả sử rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS trên sóng mang thứ nhất giống như số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu được xác định đối với NB-IoT (tín hiệu tham chiếu đối với NB-IoT, NRS- reference signal for NB-IoT). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin số cổng anten, và thiết bị người dùng giả sử rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dựa trên thông tin số cổng anten.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông vô tuyến và, cụ thể hơn là đến phương pháp truyền hoặc nhận việc điều khiển đường xuống và thiết bị để thực hiện phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cùng với sự xuất hiện và phổ biến của phương thức truyền thông máy-máy (machine-to-machine - M2M) và các loại thiết bị khác nhau như điện thoại thông minh và máy tính bảng và kỹ thuật đòi hỏi truyền một lượng dữ liệu lớn, thông lượng dữ liệu cần thiết trong mạng chia ô đã gia tăng nhanh chóng. Để đáp ứng sự gia tăng thông lượng dữ liệu nhanh chóng này, kỹ thuật cộng gộp sóng mang, kỹ thuật vô tuyến nhận thức (cognitive radio), v.v. để sử dụng có hiệu quả nhiều dải tần số hơn và kỹ thuật nhiều đầu vào nhiều đầu ra (multiple input multiple output - MIMO), kỹ thuật hợp tác nhiều trạm cơ sở (BS), v.v. để làm tăng lưu lượng dữ liệu được truyền trên các tài nguyên tần số hạn chế đã được phát triển.

Hệ thống truyền thông vô tuyến thông thường thực hiện việc truyền/nhận dữ liệu qua một dải đường xuống (DL- downlink) và qua một dải đường lên (UL- uplink) tương ứng với dải DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia tần số (frequency division duplex - FDD)), hoặc chia khung radio quy định thành đơn vị thời gian UL và đơn vị thời gian DL trong miền thời gian và sau đó thực hiện việc truyền/nhận dữ liệu qua đơn vị thời gian UL/DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia thời gian (time division duplex - TDD)). Trạm cơ sở (BS-base station) và thiết bị người dùng (UE-user equipment) truyền và nhận dữ liệu và/hoặc thông tin điều khiển được lập lịch trên cơ sở đơn vị thời gian quy định, ví dụ trên cơ sở khung con. Dữ liệu này được truyền và nhận qua vùng dữ liệu được tạo cấu hình trong khung con UL/DL và thông tin điều khiển được truyền và được nhận qua vùng điều khiển được tạo cấu hình trong khung con UL/DL. Do đó, các kênh vật lý khác nhau mang theo các tín hiệu radio được tạo ra trong khung con UL/DL.

Ngược lại, kỹ thuật cộng gộp sóng mang để sử dụng dải thông UL/DL rộng hơn bằng cách gộp các khối tần số UL/DL để sử dụng dải tần số rộng hơn sao cho nhiều tín hiệu hơn so với các tín hiệu khi một sóng mang đơn lẻ được sử dụng có thể được xử lý đồng thời.

Ngoài ra, môi trường truyền thông đã phát triển sang việc tăng mật độ của các nút truy cập được bởi người dùng ở biên của các nút. Nút liên quan đến một điểm cố định có khả năng truyền/nhận tín hiệu radio đến/từ UE qua một hoặc nhiều anten. Hệ thống truyền thông bao gồm các nút mật độ cao có thể cung cấp dịch vụ truyền thông tốt hơn cho UE thông qua sự hợp tác giữa các nút.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Do đưa vào kỹ thuật truyền thông radio mới, số lượng thiết bị người dùng (UE) mà BS sẽ cung cấp dịch vụ trong vùng tài nguyên quy định tăng lên và lượng dữ liệu và thông tin điều khiển mà BS sẽ truyền đến các UE tăng lên. Do lượng các tài nguyên sẵn có đối với BS để truyền thông với (các) UE bị hạn chế, nên phương pháp mới trong đó BS nhận/truyền một cách hiệu quả dữ liệu đường lên/đường xuống và/hoặc thông tin điều khiển đường lên/đường xuống nhờ sử dụng các tài nguyên radio bị hạn chế được yêu cầu.

Mục đích kỹ thuật có thể đạt được nhờ sáng chế không bị giới hạn ở những phần đã được mô tả cụ thể ở trên đây và các mục đích kỹ thuật khác không được mô tả ở đây sẽ được người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây.

Cách thức giải quyết vấn đề

Mục đích của sáng chế là đề xuất trạm cơ sở có thể cung cấp cho thiết bị người dùng thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) trên sóng mang thứ nhất giống hay khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất. Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thiết bị người dùng có thể giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS trên sóng mang thứ nhất giống như số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu đối với

NB-IoT (NRS). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten. Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thiết bị người dùng có thể giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp nhận tín hiệu đường xuống trong mạng lưới thiết bị kết nối Internet dải hẹp (narrowband Internet of things - NB-IoT) bởi thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Phương pháp này có thể bao gồm bước thu nhận ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; nhận thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS- cell specific reference signal) giống hay khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; và nhận tín hiệu đường xuống trên sóng mang thứ nhất dựa trên thông tin ký hiệu nhận dạng ô. Sóng mang thứ nhất có thể hoạt động trong một khối tài nguyên (RB- resource block). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì tín hiệu đường xuống có thể được nhận trên sóng mang thứ nhất khi giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu đối với NB-IoT (NRS). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và tín hiệu đường xuống có thể được nhận trên sóng mang thứ nhất khi giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp truyền tín hiệu đường xuống trong mạng lưới thiết bị kết nối Internet dải hẹp (narrowband Internet of things - NB-IoT) bởi trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Phương pháp này có thể bao gồm bước truyền thông tin chỉ báo ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; truyền thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) giống hay khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; và truyền tín hiệu đường xuống và CRS trên sóng mang thứ nhất dựa trên thông tin ký hiệu nhận

dạng ô. Sóng mang thứ nhất có thể hoạt động trong một khối tài nguyên (RB). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, CRS có thể được truyền trên sóng mang thứ nhất qua các cổng anten có số lượng giống với số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu đối với NB-IoT (NRS). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và CRS có thể được truyền trên sóng mang thứ nhất qua các cổng anten có số lượng tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng để nhận tín hiệu đường xuống trong mạng lưới thiết bị kết nối Internet dải hẹp (narrowband Internet of things - NB-IoT) trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Thiết bị người dùng có thể bao gồm bộ phận tần số radio (RF-radio frequency), và bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ phận RF. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để: thu nhận ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; điều khiển bộ phận RF nhận thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) giống hay khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; và điều khiển bộ phận RF nhận tín hiệu đường xuống trên sóng mang thứ nhất dựa trên thông tin ký hiệu nhận dạng ô. Sóng mang thứ nhất có thể hoạt động trong một khối tài nguyên (RB). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, bộ xử lý có thể điều khiển bộ phận RF nhận tín hiệu đường xuống trên sóng mang thứ nhất khi giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu đối với NB-IoT (NRS). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten. Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, bộ xử lý có thể điều khiển bộ phận RF để nhận tín hiệu đường xuống trên sóng mang thứ nhất khi giả định rằng số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất trạm cơ sở để truyền tín hiệu đường xuống trong mạng lưới thiết bị kết nối Internet dải hẹp (narrowband Internet

of things - NB-IoT) trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Trạm cơ sở có thể bao gồm bộ phận tần số radio (RF), và bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ phận RF. Bộ xử lý có thể được tạo cấu hình để: điều khiển bộ phận RF truyền thông tin chỉ báo ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; điều khiển bộ phận RF truyền thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) giống hay khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất; và điều khiển bộ phận RF truyền tín hiệu đường xuống và CRS trên sóng mang thứ nhất dựa trên thông tin ký hiệu nhận dạng ô. Sóng mang thứ nhất có thể hoạt động trong một khối tài nguyên (RB). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, bộ xử lý có thể điều khiển bộ phận RF truyền CRS trên sóng mang thứ nhất qua các cổng anten có số lượng giống với số lượng cổng anten dùng cho tín hiệu tham chiếu đối với NB-IoT (NRS). Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten. Nếu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, bộ xử lý có thể điều khiển bộ phận RF truyền CRS trên sóng mang thứ nhất qua các cổng anten có số lượng tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, một RB trong đó sóng mang thứ nhất hoạt động có thể là RB nằm trong dải kênh được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, vị trí tần số của CRS có thể được xác định dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, thông tin sóng mang có thể còn bao gồm thông tin chỉ báo số lượng ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) dùng cho kênh điều khiển đường xuống trên sóng mang thứ nhất.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, thông tin sóng mang có thể được truyền trên sóng mang thứ hai khác với sóng mang thứ nhất. Sóng mang thứ hai có thể là sóng mang với tín hiệu đồng bộ hóa NB-IoT (nSS-NB-IoT synchronization signal) và kênh phát rộng vật lý NB-IoT (nPBCH-NB-IoT physical broadcast channel) và

sóng mang thứ nhất có thể là sóng mang không có nSS và nPBCH.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, sóng mang thứ hai có thể là sóng mang hoạt động trong một RB nằm trong dải bảo vệ được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Theo mỗi khía cạnh của sáng chế, trạm cơ sở có thể truyền tín hiệu đường xuống thông qua việc so khớp tỷ lệ trên tài nguyên CRS tương ứng với số lượng cổng anten dùng cho CRS. Thiết bị người dùng có thể nhận hoặc giải mã tín hiệu đường xuống khi giả định rằng tín hiệu đường xuống được truyền thông qua việc so khớp tỷ lệ.

Các giải pháp kỹ thuật nêu trên chỉ là một số phương án trong số các phương án của sáng chế và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể thu được và hiểu rõ các phương án khác nhau mà các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế được kết hợp từ phần mô tả chi tiết sau đây của sáng chế.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Theo sáng chế, các tín hiệu đường lên/đường xuống có thể được truyền/nhận một cách hiệu quả. Do đó, tổng thông lượng của hệ thống truyền thông vô tuyến được nâng cao.

Theo một phương án của sáng chế, UE có độ phức tạp thấp/chi phí thấp có thể truyền thông với BS trong khi vẫn duy trì sự tương thích với hệ thống kế thừa.

Theo một phương án của sáng chế, UE có thể được sử dụng với độ phức tạp thấp/chi phí thấp.

Theo một phương án của sáng chế, UE và eNB có thể truyền thông trong dải hẹp.

Theo một phương án của sáng chế, các lượng dữ liệu nhỏ có thể được truyền/nhận một cách hiệu quả.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng các hiệu quả có thể đạt được nhờ sáng chế không bị giới hạn ở những phần đã được mô tả cụ thể trên đây và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ ràng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo, được đưa vào để giúp hiểu thêm về sáng chế, minh họa các phương án của sáng chế và cùng với phần mô tả để giải thích nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 minh họa cấu trúc của khung radio được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Fig.2 minh họa cấu trúc của khe đường xuống (DL)/đường lên (UL) trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Fig.3 minh họa cấu trúc khung radio để truyền tín hiệu đồng bộ hóa (SS).

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung con DL được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Fig.5 minh họa tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) và tín hiệu tham chiếu đặc trưng của UE (UE-RS, UE-specific reference signal).

Fig.6 minh họa cấu trúc của khung con UL được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Fig.7 minh họa dải tín hiệu làm ví dụ dùng cho MTC (machine type communication).

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11 là các hình vẽ minh họa các ứng viên sóng mang tín hiệu đồng bộ hóa theo sáng chế.

Fig.12 là hình vẽ minh họa trạng thái và sự chuyển tiếp đối với UE theo sáng chế.

Fig.13 minh họa mối liên hệ giữa CRS (kế thừa) và sóng mang IoT nội dải (in-band) theo sáng chế.

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa các bộ phận của thiết bị truyền 10 và thiết bị nhận 20 để thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tiếp theo, các phương án làm ví dụ của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết, các ví dụ được minh họa trong các hình vẽ kèm theo. Phần mô tả chi tiết, mà sẽ được đưa ra dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, là để giải thích các phương án làm ví dụ của sáng chế, mà không phải là chỉ thể hiện các phương án có thể được thực hiện theo sáng chế. Phần mô tả chi tiết sau đây bao gồm các nội dung chi tiết

cụ thể để giúp cho hiểu sáng chế thấu đáo. Tuy nhiên, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu rằng sáng chế có thể được áp dụng thực tiễn mà không cần các nội dung chi tiết cụ thể đó.

Trong một số trường hợp, các cấu trúc và thiết bị đã biết được bỏ qua hoặc được thể hiện ở dạng sơ đồ khối, tập trung vào các dấu hiệu quan trọng của các cấu trúc và các thiết bị, để không gây khó hiểu cho ý tưởng của sáng chế. Các số chỉ dẫn giống nhau sẽ được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả để chỉ báo các bộ phận giống hoặc tương tự.

Các kỹ thuật, thiết bị, và hệ thống sau đây có thể được áp dụng vào nhiều loại hệ thống đa truy cập vô tuyến khác nhau. Các ví dụ về các hệ thống đa truy cập bao gồm hệ thống đa truy cập chia mã (code division multiple access - CDMA), hệ thống đa truy cập chia tần số (frequency division multiple access - FDMA), hệ thống đa truy cập chia thời gian (time division multiple access - TDMA), hệ thống đa truy cập chia tần số trực giao (orthogonal frequency division multiple access - OFDMA), hệ thống đa truy cập chia tần số một sóng mang - SC-FDMA), và hệ thống đa truy cập chia tần số nhiều sóng mang (multicarrier frequency division multiple access - MC-FDMA). CDMA có thể được bao gồm thông qua kỹ thuật radio như truy cập radio mặt đất toàn cầu (universal terrestrial radio access - UTRA) hoặc CDMA2000. TDMA có thể được bao gồm thông qua truy cập radio như hệ thống toàn cầu dùng cho truyền thông di động (GSM- global system for mobile communication), dịch vụ radio gói tổng hợp (general packet radio service - GPRS), hoặc tốc độ dữ liệu nâng cao để phát triển GSM (enhanced data rates for GSM evolution - EDGE). OFDMA có thể được bao gồm thông qua truy cập radio như viện kỹ sư điện và điện tử (institute of electrical and electronics engineers - IEEE) 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, hoặc UTRA phát triển (E-UTRA). UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (universal mobile telecommunications system - UMTS). Phát triển dài hạn (Long Term Evolution - LTE) dự án đối tác thế hệ thứ ba (3rd generation partnership project - 3GPP) là một phần của UMTS phát triển (E-UMTS) sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong DL và SC-FDMA trong UL. LTE-cải tiến (LTE-

A) là phiên bản phát triển của 3GPP LTE. Để thuận tiện cho việc mô tả, giả sử rằng sáng chế được áp dụng vào 3GPP LTE/LTE-A. Tuy nhiên, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở đó. Ví dụ, mặc dù phần mô tả chi tiết sau đây được đưa ra dựa trên hệ thống truyền thông di động tương ứng với hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, nhưng các khía cạnh của sáng chế mà không phải là đặc trưng của 3GPP LTE/LTE-A có thể áp dụng được vào các hệ thống truyền thông di động khác.

Ví dụ, sáng chế có thể áp dụng được vào việc truyền thông dựa trên tranh chấp như Wi-Fi cũng như việc truyền thông dựa trên không tranh chấp như trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A trong đó eNB cấp phát tài nguyên thời gian/tần số DL/UL cho UE và UE nhận tín hiệu DL và truyền tín hiệu UL theo việc cấp phát tài nguyên của eNB. Trong lược đồ truyền thông dựa trên không tranh chấp, điểm truy cập (AP) hoặc nút điều khiển để điều khiển AP cấp phát tài nguyên để truyền thông giữa UE và AP, trong khi đó, trong lược đồ truyền thông dựa trên tranh chấp, tài nguyên truyền thông được chiếm qua tranh chấp giữa các UE mong muốn truy cập AP. Tiếp theo, lược đồ truyền thông dựa trên tranh chấp sẽ được mô tả vắn tắt. Một loại lược đồ truyền thông dựa trên tranh chấp là đa truy nhập nhận biết sóng mang (carrier sense multiple access - CSMA). CSMA liên quan đến giao thức điều khiển truy cập phương tiện (media access control - MAC) xác suất để xác nhận, trước khi nút hoặc thiết bị truyền thông truyền lưu lượng trên phương tiện truyền dùng chung (cũng được gọi là kênh dùng chung) như dải tần số, mà không có lưu lượng khác trên cùng một phương tiện truyền dùng chung. Trong CSMA, thiết bị truyền xác định liệu một việc truyền khác có đang được thực hiện hay không trước khi thử truyền lưu lượng đến thiết bị nhận. Nói cách khác, thiết bị truyền thử phát hiện sự có mặt của sóng mang từ một thiết bị truyền khác trước khi thử thực hiện truyền. Nhờ nhận biết sóng mang, thiết bị truyền chờ một thiết bị truyền khác đang thực hiện truyền kết thúc truyền, trước khi thực hiện việc truyền của thiết bị này. Do đó, CSMA có thể là lược đồ truyền thông dựa trên nguyên lý “nhận biết trước khi truyền” hoặc “nghe trước khi nói”. Lược đồ để tránh xung đột giữa các thiết bị truyền trong hệ thống truyền thông dựa trên tranh chấp sử dụng CSMA bao gồm đa

truy cập nhận biết sóng mang có phát hiện xung đột (carrier sense multiple access with collision detection - CSMA/CD) và/hoặc đa truy cập nhận biết sóng mang có tránh xung đột (carrier sense multiple access with collision avoidance - CSMA/CA). CSMA/CD là lược đồ phát hiện xung đột trong môi trường mạng cục bộ (LAN) hữu tuyến. Trong CSMA/CD, máy tính cá nhân (PC- personal computer) hoặc máy chủ mà mong muốn thực hiện việc truyền thông trong môi trường Ethernet trước tiên xác nhận liệu việc truyền thông có xảy ra trên mạng hay không và, nếu một thiết bị khác mang theo dữ liệu trên mạng, PC hoặc máy chủ chờ và sau đó truyền dữ liệu. Điều này có nghĩa là, khi hai hoặc nhiều người dùng (ví dụ các PC, các UE, v.v.) truyền dữ liệu đồng thời, xung đột xảy ra giữa việc truyền đồng thời và CSMA/CD là lược đồ để truyền dữ liệu một cách linh hoạt nhờ giám sát xung đột. Thiết bị truyền sử dụng CSMA/CD điều chỉnh việc truyền dữ liệu của nó nhờ nhận biết việc truyền dữ liệu được thực hiện bởi một thiết bị khác sử dụng quy tắc riêng. CSMA/CA là giao thức MAC được quy định trong các tiêu chuẩn IEEE 802.11. Hệ thống LAN vô tuyến (WLAN-wireless LAN) tuân theo các tiêu chuẩn IEEE 802.11 không sử dụng CSMA/CD mà đã được sử dụng trong các tiêu chuẩn IEEE 802.3 và sử dụng CA, tức là lược đồ tránh xung đột. Các thiết bị truyền luôn nhận biết sóng mang của mạng và, nếu mạng trống, các thiết bị truyền chờ thời gian được xác định theo các vị trí của chúng được đăng ký trong danh sách và sau đó truyền dữ liệu. Các phương pháp khác nhau được sử dụng để xác định mức ưu tiên của các thiết bị truyền trong danh sách và để tái cấu hình mức ưu tiên. Trong hệ thống theo một số phiên bản của các tiêu chuẩn IEEE 802.11, xung đột có thể xảy ra và, trong trường hợp này, thủ tục nhận biết xung đột được thực hiện. Thiết bị truyền sử dụng CSMA/CA tránh xung đột giữa việc truyền dữ liệu của nó và việc truyền dữ liệu của một thiết bị truyền khác nhờ sử dụng quy tắc riêng.

Theo sáng chế, thiết bị người dùng (UE) có thể là thiết bị cố định hoặc thiết bị di động. Các ví dụ về UE bao gồm các thiết bị khác nhau để truyền và nhận dữ liệu người dùng và/hoặc các loại thông tin điều khiển khác nhau đến và từ trạm cơ sở (BS). UE có thể được gọi là thiết bị đầu cuối (TE- terminal equipment), trạm di

động (MS), đầu cuối di động (MT- mobile terminal), đầu cuối người dùng (UT- user terminal), trạm thuê bao (SS- subscriber station), thiết bị vô tuyến, thiết bị hỗ trợ số cá nhân (personal digital assistant - PDA), modem vô tuyến, thiết bị cầm tay, v.v. Ngoài ra, theo sáng chế, BS thường liên quan đến trạm cố định thực hiện việc truyền thông với UE và/hoặc một BS khác, và trao đổi các loại dữ liệu khác nhau và thông tin điều khiển với UE và BS khác. BS có thể được gọi là trạm cơ sở cải tiến (ABS- advanced base station), nút B (NB- node-B), nút B phát triển (eNB- evolved node-B), hệ thống thu phát cơ sở (base transceiver system - BTS), điểm truy cập (AP- access point), máy chủ xử lý (processing server - PS), v.v.. Khi mô tả sáng chế, BS sẽ được gọi là eNB.

Theo sáng chế, nút liên quan đến điểm cố định có khả năng truyền/nhận tín hiệu radio qua việc truyền thông với UE. Các loại eNB khác nhau có thể được sử dụng làm các nút không kể thuật ngữ của nó. Ví dụ, BS, nút B (NB), nút B phát triển (eNB), eNB ô pico (PeNB- pico-cell eNB), eNB gia đình (HeNB- home eNB), role, bộ lặp, v.v. có thể là một nút. Ngoài ra, nút có thể không phải là eNB. Ví dụ, nút có thể là thiết bị thu phát radio từ xa (radio remote head - RRH) hoặc bộ phận thu phát radio từ xa (radio remote unit - RRU). RRH hoặc RRU thường có mức công suất thấp hơn so với mức công suất của eNB. Do RRH hoặc RRU (dưới đây, RRH/RRU) thường được nối với eNB qua đường chuyên dụng như cáp quang, truyền thông hợp tác giữa RRH/RRU và eNB có thể được thực hiện trôi chảy so với truyền thông hợp tác giữa các eNB được nối bởi đường radio. Ít nhất một anten được lắp đặt trên một nút. Anten có thể có nghĩa là anten vật lý hoặc có nghĩa là cổng anten, anten ảo, hoặc nhóm anten. Nút có thể được gọi là điểm.

Theo sáng chế, ô liên quan đến vùng địa lý quy định mà một hoặc nhiều nút cung cấp dịch vụ truyền thông. Do đó, theo sáng chế, việc truyền thông với ô cụ thể có nghĩa là truyền thông với eNB hoặc nút cung cấp dịch vụ truyền thông cho ô cụ thể. Ngoài ra, tín hiệu DL/UL của ô cụ thể liên quan đến tín hiệu DL/UL từ/đến eNB hoặc nút cung cấp dịch vụ truyền thông cho ô cụ thể. Nút cung cấp các dịch vụ truyền thông UL/DL cho UE được gọi là nút dịch vụ và ô mà các dịch vụ truyền thông UL/DL được cung cấp bởi nút dịch vụ được gọi một cách đặc biệt là ô dịch

vụ. Hơn nữa, trạng thái/chất lượng kênh của ô cụ thể liên quan đến trạng thái/chất lượng kênh của kênh hoặc liên kết truyền thông được tạo ra giữa eNB hoặc nút cung cấp dịch vụ truyền thông cho ô cụ thể và UE. Trong hệ thống dựa trên LTE/LTE-A, UE có thể đo trạng thái kênh DL được nhận từ nút cụ thể sử dụng (các) tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô ((các) CRS) được truyền trên tài nguyên CRS được cấp phát bởi (các) cổng anten của nút cụ thể cho nút cụ thể và/hoặc (các) tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh ((các) CSI-RS- channel state information reference signal) được truyền trên tài nguyên CSI-RS. Đối với cấu hình CSI-RS chi tiết, xem các tài liệu như 3GPP TS 36.211 và 3GPP TS 36.331.

Trong khi đó, hệ thống 3GPP LTE/LTE-A sử dụng quan điểm về ô để quản lý tài nguyên radio. Ô được liên kết với tài nguyên radio khác với ô của vùng địa lý.

“Ô” của vùng địa lý có thể được hiểu là vùng phủ sóng mà trong đó nút có thể cung cấp dịch vụ nhờ sử dụng sóng mang và “ô” của tài nguyên radio được liên kết với dải thông (BW- bandwidth) mà khoảng tần số được tạo cấu hình bởi sóng mang. Do vùng phủ sóng DL, mà là phạm vi mà trong đó nút có khả năng truyền tín hiệu hợp lệ, và vùng phủ sóng UL, mà là phạm vi mà trong đó nút có khả năng nhận tín hiệu hợp lệ từ UE, phụ thuộc vào sóng mang mang theo tín hiệu, vùng phủ sóng của nút có thể được liên kết với vùng phủ sóng của “ô” của tài nguyên radio được sử dụng bởi nút. Do đó, thuật ngữ “ô” có thể được sử dụng để chỉ báo vùng phủ sóng dịch vụ bởi nút vào một số thời điểm, tài nguyên radio vào các thời điểm khác, hoặc phạm vi mà tín hiệu sử dụng tài nguyên radio có thể đạt đến với cường độ hợp lệ vào các thời điểm khác. “Ô” của tài nguyên radio sẽ được mô tả chi tiết hơn sau đây.

Các tiêu chuẩn 3GPP LTE/LTE-A định nghĩa các kênh vật lý DL tương ứng với các thành phần tài nguyên mang thông tin bắt nguồn từ lớp cao hơn và các tín hiệu vật lý DL tương ứng với các thành phần tài nguyên mà được sử dụng bởi lớp vật lý nhưng không mang thông tin bắt nguồn từ lớp cao hơn. Ví dụ, kênh chia sẻ đường xuống vật lý (physical downlink shared channel - PDSCH), kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel - PBCH), kênh phát đa phương vật lý (physical multicast channel - PMCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (physical

control format indicator channel - PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH), và kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (physical hybrid ARQ indicator channel - PHICH) được định nghĩa là các kênh vật lý DL, và tín hiệu tham chiếu và tín hiệu đồng bộ hóa được định nghĩa là các tín hiệu vật lý DL. Tín hiệu tham chiếu (RS), cũng được gọi là tín hiệu hướng dẫn, liên quan đến dạng sóng đặc biệt của tín hiệu định trước đã biết đối với cả BS lẫn UE. Ví dụ, RS đặc trưng của ô (CRS), RS đặc trưng của UE (UE-RS), RS định vị (PRS), và RS thông tin trạng thái kênh (CSI-RS) có thể được xác định là các DL RS. Trong khi đó, các tiêu chuẩn 3GPP LTE/LTE-A định nghĩa các kênh vật lý UL tương ứng với các thành phần tài nguyên mang thông tin bắt nguồn từ lớp cao hơn và các tín hiệu vật lý UL tương ứng với các thành phần tài nguyên mà được sử dụng bởi lớp vật lý nhưng không mang thông tin bắt nguồn từ lớp cao hơn. Ví dụ, kênh dùng chung đường lên vật lý (physical uplink shared channel - PUSCH), kênh điều khiển đường lên vật lý (physical uplink control channel - PUCCH), và kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH) được định nghĩa là các kênh vật lý UL, và tín hiệu tham chiếu giải điều biến (demodulation reference signal - DMRS) dùng cho tín hiệu điều khiển/dữ liệu UL và tín hiệu tham chiếu thăm dò (sounding reference signal - SRS) được sử dụng cho việc đo kênh UL được định nghĩa là tín hiệu vật lý UL.

Theo sáng chế, kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh chỉ báo yêu cầu truyền lại tự động lai vật lý (physical hybrid automatic retransmit request indicator channel - PHICH), và kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) liên quan đến tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các thành phần tài nguyên (các RE) mang thông tin điều khiển đường xuống (DCI), tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang thông tin chỉ báo định dạng điều khiển (control format indicator - CFI), tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang thông tin báo nhận (ACK)/ACK phủ định (NACK) đường xuống, và tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang dữ liệu đường xuống một cách tương ứng. Ngoài ra, kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), kênh dùng chung đường lên vật lý

(PUSCH) và kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (PRACH) liên quan đến tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang thông tin điều khiển đường lên (UCI), tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang dữ liệu đường lên và tập hợp các tài nguyên thời gian-tần số hoặc các RE mang các tín hiệu truy cập ngẫu nhiên một cách tương ứng. Theo sáng chế, cụ thể là, tài nguyên thời gian-tần số hoặc RE mà được gán cho hoặc thuộc về PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH được gọi là RE PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH hoặc tài nguyên thời gian-tần số PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH/PUCCH/PUSCH/PRACH một cách tương ứng. Do đó, theo sáng chế, việc truyền PUCCH/PUSCH/PRACH của UE giống hệt về mặt khái niệm với việc truyền tín hiệu UCI/dữ liệu đường lên/truy cập ngẫu nhiên trên PUSCH/PUCCH/PRACH một cách tương ứng. Ngoài ra, việc truyền PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH eNB giống hệt về mặt khái niệm với việc truyền dữ liệu đường xuống/DCI trên PDCCH/PCFICH/PHICH/PDSCH một cách tương ứng.

Dưới đây, ký hiệu OFDM/sóng mang/RE mà CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/UE-RS được gán hoặc được tạo cấu hình sẽ được gọi là CRS/DMRS/CSI-RS/SRS/ký hiệu UE-RS/sóng mang/sóng mang con/RE. Ví dụ, ký hiệu OFDM mà RS bám sát (TRS) được gán hoặc được tạo cấu hình được gọi là ký hiệu TRS, sóng mang con mà TRS được gán hoặc được tạo cấu hình được gọi là sóng mang con TRS, và RE mà TRS được gán hoặc được tạo cấu hình được gọi là TRS RE. Ngoài ra, khung con được tạo cấu hình để truyền TRS được gọi là khung con TRS. Hơn nữa, khung con trong đó tín hiệu phát rộng được truyền được gọi là khung con phát rộng hoặc khung con PBCH và khung con trong đó tín hiệu đồng bộ hóa (ví dụ PSS và/hoặc SSS) được truyền được tham chiếu đến khung con tín hiệu đồng bộ hóa hoặc khung con PSS/SSS. Ký hiệu OFDM/sóng mang con/RE mà PSS/SSS được gán hoặc được tạo cấu hình được gọi là PSS/ký hiệu SSS/sóng mang con/RE một cách tương ứng.

Theo sáng chế, cổng CRS, cổng UE-RS, cổng CSI-RS, và cổng TRS liên quan đến cổng anten được tạo cấu hình để truyền CRS, cổng anten được tạo cấu

hình để truyền UE-RS, cổng anten được tạo cấu hình để truyền CSI-RS, và cổng anten được tạo cấu hình để truyền TRS một cách tương ứng. Các cổng anten được tạo cấu hình để truyền các CRS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các CRS theo các cổng CRS, các cổng anten được tạo cấu hình để truyền các UE-RS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các UE-RS theo các cổng UE-RS, và các cổng anten được tạo cấu hình để truyền các CSI-RS có thể được phân biệt với nhau bởi các vị trí của các RE được chiếm bởi các CSI-RS theo các cổng CSI-RS. Do đó, thuật ngữ các cổng CRS/UE-RS/CSI-RS/TRS cũng có thể được sử dụng để chỉ báo mô hình của các RE được chiếm bởi các CRS/các UE-RS/các CSI-RS/các TRS trong vùng tài nguyên định trước.

Đối với các thuật ngữ và các kỹ thuật không được mô tả chi tiết trong sáng chế, có thể tham khảo các tài liệu về 3GPP LTE/LTE-A, ví dụ, 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321, và 3GPP TS 36.331.

Fig.1 minh họa cấu trúc của khung radio được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Cụ thể, Fig.1(a) minh họa cấu trúc làm ví dụ của khung radio có thể được sử dụng trong song công phân chia tần số (FDD) trong 3GPP LTE/LTE-A và Fig.1(b) minh họa cấu trúc làm ví dụ của khung radio có thể được sử dụng trong song công phân chia thời gian (TDD) trong 3GPP LTE/LTE-A. Cấu trúc khung trên Fig.1(a) được gọi là kiểu cấu trúc khung 1 (FS1) và cấu trúc khung trên Fig.1(b) được gọi là kiểu cấu trúc khung 2 (FS2).

Trên Fig.1, khung radio 3GPP LTE/LTE-A là 10ms ($307200T_s$) trong thời khoảng. Khung radio được chia thành 10 khung con có kích thước bằng nhau. Các số khung con có thể được gán lần lượt vào 10 khung con trong một khung radio. Ở đây, T_s là thời gian lấy mẫu trong đó $T_s=1/(2048*15\text{kHz})$. Mỗi khung con dài 1ms và được chia thêm thành hai khe. 20 khe được đánh số lần lượt từ 0 đến 19 trong một khung radio. Thời khoảng của mỗi khe là 0,5ms. Khoảng thời gian trong đó một khung con được truyền được xác định là khoảng thời gian truyền (TTI). Các tài nguyên thời gian có thể được phân biệt bởi số khung radio (hoặc chỉ số khung

radio), số khung con (hoặc chỉ số khung con), số khe (hoặc chỉ số khe), và loại tương tự.

Khung radio có thể có các cấu hình khác nhau theo các chế độ song công. Trong chế độ FDD chẳng hạn, do việc truyền DL và việc truyền UL được phân biệt theo tần số, khung radio đối với dải tần số riêng hoạt động trên tần số sóng mang bao gồm các khung con DL hoặc các khung con UL. Trong chế độ TDD, do việc truyền DL và việc truyền UL được phân biệt theo thời gian, khung radio đối với dải tần số riêng hoạt động trên tần số sóng mang bao gồm cả các khung con DL lẫn các khung con UL.

Bảng 1 thể hiện cấu hình UL-DL làm ví dụ trong khung radio trong chế độ TDD.

Bảng 1

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

Trong bảng 1, D biểu thị khung con DL, U biểu thị khung con UL, và S biểu thị khung con đặc biệt. Khung con đặc biệt bao gồm ba trường, tức là tín hiệu hướng dẫn khe thời gian đường xuống (DwPTS), khoảng bảo vệ (GP), và tín hiệu hướng dẫn khe thời gian đường lên (UpPTS). DwPTS là khe thời gian được dự trữ cho việc truyền DL và UpPTS là khe thời gian được dự trữ cho việc truyền UL. Bảng 2 thể hiện một ví dụ về cấu hình khung con đặc biệt.

Bảng 2

Cấu hình khung con đặc biệt	Tiền tố vòng bình thường trong đường xuống			Tiền tố vòng mở rộng trong đường xuống		
	DwPTS	UpPTS		DwPTS	UpPTS	
		Tiền tố vòng bình thường trong đường lên	Tiền tố vòng mở rộng trong đường lên		Tiền tố vòng bình thường trong đường lên	Tiền tố vòng mở rộng trong đường lên
0	$6592 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$	$7680 \cdot T_s$	$2192 \cdot T_s$	$2560 \cdot T_s$
1	$19760 \cdot T_s$			$20480 \cdot T_s$		
2	$21952 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
3	$24144 \cdot T_s$			$25600 \cdot T_s$		
4	$26336 \cdot T_s$			$7680 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$
5	$6592 \cdot T_s$	$4384 \cdot T_s$	$5120 \cdot T_s$	$20480 \cdot T_s$		-
6	$19760 \cdot T_s$			$23040 \cdot T_s$		
7	$21952 \cdot T_s$			$12800 \cdot T_s$		
8	$24144 \cdot T_s$			-	-	-
9	$13168 \cdot T_s$			-	-	-

Fig.2 minh họa cấu trúc của cấu trúc khe DL/UL trong hệ thống truyền thông vô tuyến. Cụ thể là, Fig.2 minh họa cấu trúc của lưới tài nguyên của hệ thống 3GPP LTE/LTE-A. Một lưới tài nguyên được xác định cho một cổng anten.

Trên Fig.2, một khe bao gồm các ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) trong miền thời gian và bao gồm các khối tài nguyên (các RB) trong miền tần số. Ký hiệu OFDM có thể liên quan đến một thời khoảng ký hiệu. Trên Fig.2, tín hiệu được truyền trong mỗi khe có thể được biểu thị bởi lưới tài nguyên bao gồm $N_{RB}^{DL/UL} \cdot N_{sc}^{RB}$ sóng mang con và $N_{symb}^{DL/UL}$ ký hiệu OFDM. N_{RB}^{DL} biểu thị số lượng RB trong khe DL và N_{RB}^{UL} biểu thị số lượng RB trong khe UL. N_{RB}^{DL} và N_{RB}^{UL} phụ thuộc vào dải thông truyền DL và dải thông truyền UL một cách tương ứng. N_{symb}^{DL} biểu thị số lượng ký hiệu OFDM trong khe DL, N_{symb}^{UL} biểu thị số lượng ký hiệu OFDM trong khe UL, và N_{sc}^{RB} biểu thị số lượng sóng mang con tạo cấu hình một RB.

Ký hiệu OFDM có thể được gọi là ký hiệu OFDM, ký hiệu ghép kênh phân chia tần số một sóng mang đơn (single carrier frequency division multiplexing - SC-FDM), v.v. theo các lược đồ đa truy cập. Số lượng ký hiệu OFDM có trong một khe có thể được thay đổi theo các dải thông kênh và các độ dài CP. Ví dụ, trong trường hợp tiền tố vòng (cyclic prefix - CP) bình thường, một khe bao gồm 7 ký

hiệu OFDM. Trong trường hợp CP mở rộng, một khe bao gồm 6 ký hiệu OFDM. Mặc dù một khe của khung con bao gồm 7 ký hiệu OFDM được thể hiện trên Fig.2 để thuận tiện cho việc mô tả, các phương án của sáng chế có thể áp dụng tương tự vào các khung con có số lượng ký hiệu OFDM khác. Trên Fig.2, mỗi ký hiệu OFDM bao gồm $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ sóng mang con trong miền tần số. Loại sóng mang con có thể được chia thành sóng mang con dữ liệu dùng cho việc truyền dữ liệu, sóng mang con tín hiệu tham chiếu (reference signal - RS) dùng cho việc truyền RS, và sóng mang con trống dùng cho dải bảo vệ và thành phần DC. Sóng mang con trống dùng cho thành phần DC không được sử dụng và được ánh xạ đến tần số sóng mang f_0 trong quy trình tạo tín hiệu OFDM hoặc trong quy trình chuyển đổi nâng tần số (frequency up-conversion). Tần số sóng mang cũng được gọi là tần số trung tâm f_c .

Một RB được xác định là $N_{symb}^{DL/UL}$ (ví dụ 7) ký hiệu OFDM liên tiếp trong miền thời gian và là N_{sc}^{RB} (ví dụ 12) sóng mang con liên tiếp trong miền tần số. Để tham khảo, tài nguyên bao gồm một ký hiệu OFDM và một sóng mang con được gọi là phần tử tài nguyên (RE) hoặc tông (tone). Do đó, một RB bao gồm $N_{symb}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ RE. Mỗi RE trong một lưới tài nguyên có thể được xác định duy nhất bởi cặp chỉ số (k, l) trong một khe. k là chỉ số nằm trong khoảng từ 0 đến $N_{RB}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB} - 1$ trong miền tần số, và l là chỉ số nằm trong khoảng từ 0 đến $N_{symb}^{DL/UL} - 1$ trong miền thời gian.

Trong khi đó, một RB được ánh xạ đến một khối tài nguyên vật lý (PRB) và một khối tài nguyên ảo (VRB). PRB được xác định là N_{symb}^{DL} (ví dụ 7) ký hiệu OFDM hoặc SC-FDM liên tiếp trong miền thời gian và N_{sc}^{RB} (ví dụ 12) sóng mang con liên tiếp trong miền tần số. Do đó, một PRB được tạo cấu hình với $N_{symb}^{DL/UL} * N_{sc}^{RB}$ RE. Trong một khung con, hai RB, mỗi RB được bố trí ở hai khe của khung con trong khi đang chiếm cùng N_{sc}^{RB} sóng mang con liên tiếp được gọi là cặp khối tài nguyên vật lý (PRB). Hai RB tạo cấu hình cặp PRB có cùng số PRB (hoặc cùng chỉ số PRB).

Fig.3 minh họa cấu trúc khung radio để truyền tín hiệu đồng bộ hóa (SS). Cụ thể, Fig.3 minh họa cấu trúc khung radio để truyền SS và PBCH trong song

công phân chia tần số (frequency division duplex - FDD), trong đó Fig.3(a) minh họa các vị trí truyền của SS và PBCH trong khung radio được tạo cấu hình là tiền tố vòng (CP) bình thường và Fig.3(b) minh họa các vị trí truyền của SS và PBCH trong khung radio được tạo cấu hình là CP mở rộng.

Nếu UE được bật điện hoặc mới vào ô, UE thực hiện thủ tục tìm kiếm ô ban đầu để thu nhận sự đồng bộ hóa thời gian và tần số với ô và phát hiện đặc trưng nhận dạng ô vật lý $N^{\text{cell}}_{\text{ID}}$ của ô. Do đó, UE có thể thiết lập sự đồng bộ hóa với eNB bằng cách nhận các tín hiệu đồng bộ hóa, ví dụ tín hiệu đồng bộ hóa sơ cấp (PSS) và tín hiệu đồng bộ hóa thứ cấp (SSS), từ eNB và thu được thông tin như đặc trưng nhận dạng (ID) ô.

SS sẽ được mô tả chi tiết hơn có dựa vào Fig.3. SS được phân loại thành PSS và SSS. PSS được sử dụng để thu nhận sự đồng bộ hóa miền thời gian của sự đồng bộ hóa ký hiệu OFDM, sự đồng bộ hóa khe, v.v. và/hoặc sự đồng bộ hóa miền tần số và SSS được sử dụng để thu nhận sự đồng bộ hóa khung, ID nhóm ô, và/hoặc cấu hình CP của ô (tức là thông tin liệu CP bình thường được sử dụng hay CP mở rộng được sử dụng). Trên Fig.3, mỗi loại trong số PSS và SSS được truyền trên hai ký hiệu OFDM của mọi khung radio. Cụ thể hơn là, các SS được truyền trong khe thứ nhất của khung con 0 và khe thứ nhất của khung con 5, xét đến độ dài khung hệ thống toàn cầu dùng cho truyền thông di động (GSM) là 4,6ms để tạo thuận lợi cho việc đo kỹ thuật truy cập liên radio (inter-radio access technology - inter-RAT). Đặc biệt, PSS được truyền trên ký hiệu OFDM cuối cùng của khe thứ nhất của khung con 0 và trên ký hiệu OFDM cuối cùng của khe thứ nhất của khung con 5 và SSS được truyền trên ký hiệu OFDM từ thứ hai đến cuối cùng của khe thứ nhất của khung con 0 và trên ký hiệu OFDM từ thứ hai đến cuối cùng của khe thứ nhất của khung con 5. Biên của khung radio tương ứng có thể được phát hiện qua SSS. PSS được truyền trên ký hiệu OFDM cuối cùng của khe tương ứng và SSS được truyền trên ký hiệu OFDM ngay trước ký hiệu OFDM mà PSS được truyền trên đó. Lược đồ phân tập truyền của SS sử dụng chỉ một cổng anten và các tiêu chuẩn cho nó không được xác định riêng rẽ.

Trên Fig.3, khi phát hiện PSS, UE có thể nhận thấy rằng khung con tương

ứng là một khung con trong số khung con 0 và khung con 5 do PSS được truyền mỗi 5ms nhưng UE không thể nhận thấy liệu khung con là khung con 0 hay khung con 5. Do đó, UE không thể nhận biết biên của khung radio chỉ bằng PSS. Điều này có nghĩa là, sự đồng bộ khung không thể được thu nhận chỉ bằng PSS. UE phát hiện biên của khung radio nhờ phát hiện SSS được truyền hai lần trong một khung radio với các chuỗi khác nhau.

UE, mà đã giải điều biến tín hiệu DL bằng cách thực hiện thủ tục tìm kiếm ô sử dụng SSS và xác định các thông số thời gian và tần số cần để truyền tín hiệu UL vào thời gian chính xác, có thể truyền thông với eNB chỉ sau khi thu nhận thông tin hệ thống cần thiết cho việc cấu hình hệ thống của UE từ eNB.

Thông tin hệ thống được tạo cấu hình bởi khối thông tin chính (master information block - MIB) và các khối thông tin hệ thống (các SIB- system information blocks). Mỗi SIB bao gồm một tập hợp các thông số liên kết về mặt chức năng và có thể được phân loại thành MIB, SIB loại 1 (SIB1), SIB loại 2 (SIB2), và từ SIB3 đến SIB17 theo các thông số được bao gồm.

MIB bao gồm các thông số được truyền thường xuyên nhất mà là cần thiết cho việc truy cập ban đầu của UE vào mạng của eNB. UE có thể nhận MIB qua kênh phát rộng (ví dụ, PBCH). MIB bao gồm dải thông (BW) DL, cấu hình PHICH, và số khung hệ thống SFN. Do đó, UE có thể nhận biết rõ ràng thông tin về DL BW, SFN, và cấu hình PHICH bằng cách nhận PBCH. Trong khi đó, thông tin mà có thể được nhận ra ngầm bởi UE qua việc nhận PBCH là số lượng các cổng anten truyền của eNB. Thông tin về số lượng anten truyền của eNB được báo hiệu ngầm bằng cách chẵn (ví dụ, toán tử XOR) chuỗi tương ứng với số lượng anten truyền khởi kiểm tra dư vòng (CRC) 16-bit được sử dụng cho việc phát hiện lỗi của PBCH.

SIB1 bao gồm không chỉ thông tin về việc lập lịch miền thời gian của các SIB khác mà còn các thông số cần để xác định liệu ô cụ thể có thích hợp cho việc chọn ô hay không. SIB1 được nhận bởi UE qua việc báo hiệu phát rộng hoặc báo hiệu chuyên dụng.

Tần số sóng mang DL và BW hệ thống tương ứng với tần số sóng mang DL

có thể được thu nhận bởi MIB mà PBCH mang theo. Tần số sóng mang UL và BW hệ thống tương ứng với tần số sóng mang UL có thể được thu nhận qua thông tin hệ thống mà là tín hiệu DL. Nếu không có thông tin hệ thống hợp lệ được lưu trữ về ô tương ứng do nhận MIB, UE áp dụng BW DL trong MIB vào BW UL cho đến khi SIB2 được nhận. Ví dụ, UE có thể nhận biết toàn bộ BW hệ thống UL mà có thể sử dụng được cho việc truyền UL nhờ đó qua tần số sóng mang UL và thông tin UL-BW trong SIB2 nhờ thu nhận SIB2.

Trong miền tần số, PSS/SSS và PBCH được truyền chỉ trong tổng cộng là 6 RB, tức là tổng cộng 72 sóng mang con, không kể BW hệ thống thực tế, trong đó 3 RB ở bên trái và 3 RB khác ở bên phải có tâm là sóng mang con DC trên các ký hiệu OFDM tương ứng. Do đó, UE được tạo cấu hình để phát hiện hoặc giải mã SS và PBCH không kể BW DL được tạo cấu hình cho UE.

Sau khi tìm kiếm ô ban đầu, UE có thể thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên để hoàn thành việc truy cập vào eNB. Do đó, UE có thể truyền phần đầu qua kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH) và nhận tin nhắn đáp lại phần đầu qua PDCCH và PDSCH. Trong việc truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, UE có thể thực hiện việc truyền PRACH bổ sung và thủ tục giải quyết tranh chấp của PDCCH và PDSCH tương ứng với PDCCH.

Sau khi thực hiện thủ tục nêu trên, UE có thể thực hiện việc nhận PDCCH/PDSCH và việc truyền PUSCH/PUCCH dưới dạng các thủ tục truyền đường lên/đường xuống chung.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên cũng được gọi là thủ tục kênh truy cập ngẫu nhiên (random access channel - RACH). Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được sử dụng cho các mục đích khác nhau bao gồm truy cập ban đầu, điều chỉnh việc đồng bộ hóa UL, gán tài nguyên, và chuyển vùng. Các thủ tục truy cập ngẫu nhiên được phân loại thành thủ tục dựa trên tranh chấp và thủ tục chuyên dụng (tức là, dựa trên không tranh chấp). Thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp được sử dụng cho các hoạt động chung bao gồm truy cập ban đầu, trong khi thủ tục truy cập ngẫu nhiên chuyên dụng được sử dụng cho các hoạt động giới hạn như chuyển vùng. Trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp, UE lựa chọn ngẫu nhiên

chuỗi phần đầu RACH. Do đó, nhiều UE có thể truyền cùng một chuỗi phần đầu RACH đồng thời. Nhờ đó, thủ tục giải quyết tranh chấp cần được thực hiện sau đó. Mặt khác, trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên chuyên dụng, UE sử dụng chuỗi phần đầu RACH mà eNB cấp phát duy nhất cho UE. Do đó, thủ tục truy cập ngẫu nhiên có thể được thực hiện mà không có xung đột với các UE.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên tranh chấp bao gồm bốn bước sau đây. Các tin nhắn được truyền ở các bước từ 1 đến 4 được nêu dưới đây có thể được gọi là các tin nhắn từ Msg1 đến Msg4.

- Bước 1: phần đầu RACH (qua PRACH) (từ UE đến eNB)
- Bước 2: đáp lại truy cập ngẫu nhiên (random access response - RAR) (qua PDCCH và PDSCH) (từ eNB đến UE)
- Bước 3: tin nhắn lớp 2/lớp 3 (qua PUSCH) (từ UE đến eNB)
- Bước 4: tin nhắn giải quyết tranh chấp (từ eNB đến UE)

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên chuyên dụng bao gồm ba bước sau đây. Các tin nhắn được truyền ở các bước từ 0 đến 2 có thể được gọi là các tin nhắn từ Msg0 đến Msg2 một cách tương ứng. Việc truyền đường lên (tức là, bước 3) tương ứng với RAR cũng có thể được thực hiện như là một phần của thủ tục truy cập ngẫu nhiên. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên chuyên dụng có thể được kích hoạt nhờ sử dụng PDCCH để sắp thứ tự việc truyền phần đầu RACH (dưới đây, thứ tự PDCCH).

- Bước 0: gán phần đầu RACH (từ eNB đến UE) qua việc báo hiệu chuyên dụng
- Bước 1: phần đầu RACH (qua PRACH) (từ UE đến eNB)
- Bước 2: RAR (qua PDCCH và PDSCH) (từ eNB đến UE)

Sau khi truyền phần đầu RACH, UE thử nhận RAR trong cửa sổ thời gian thiết lập trước. Cụ thể, UE thử phát hiện PDCCH với RA-RNTI (RNTI truy cập ngẫu nhiên) (dưới đây, RA-RNTI PDCCH) (ví dụ, CRC được chèn bằng RA-RNTI trên PDCCH) trong cửa sổ thời gian. Khi phát hiện RA-RNTI PDCCH, UE kiểm tra PDSCH về sự có mặt của RAR được hướng đến nó. RAR bao gồm thông tin thời gian phát trước (timing advance - TA) chỉ báo thông tin độ lệch thời gian dùng

cho việc đồng bộ hóa UL, thông tin cấp phát tài nguyên UL (thông tin chấp thuận UL), và ký hiệu nhận dạng UE tạm thời (ví dụ, RNTI ô tạm thời (TC-RNTI)). UE có thể thực hiện việc truyền UL (của, ví dụ, Msg3) theo thông tin cấp phát tài nguyên và giá trị TA trong RAR. HARQ được áp dụng vào việc truyền UL tương ứng với RAR. Do đó, sau khi truyền Msg3, UE có thể nhận thông tin báo nhận (ví dụ, PHICH) tương ứng với Msg3.

Fig.4 minh họa cấu trúc của khung con DL được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Trên Fig.4, khung con DL được chia thành vùng điều khiển và vùng dữ liệu trong miền thời gian. Trên Fig.4, tối đa 3 (hoặc 4) ký hiệu OFDM được đặt ở phần trước của khe thứ nhất của khung con tương ứng với vùng điều khiển. Dưới đây, vùng tài nguyên dùng cho việc truyền PDCCH trong khung con DL được gọi là vùng PDCCH. Các ký hiệu OFDM khác với (các) ký hiệu OFDM được sử dụng trong vùng điều khiển tương ứng với vùng dữ liệu mà kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH) được cấp phát. Dưới đây, vùng tài nguyên sẵn có để truyền PDSCH trong khung con DL được gọi là vùng PDSCH.

Các ví dụ về kênh điều khiển DL được sử dụng trong 3GPP LTE bao gồm kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH), kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH), kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (PHICH), v.v.

PCFICH được truyền trong ký hiệu OFDM thứ nhất của khung con và mang thông tin về số lượng ký hiệu OFDM sẵn có để truyền kênh điều khiển trong khung con. PCFICH thông báo cho UE về số lượng ký hiệu OFDM được sử dụng cho khung con tương ứng đối với mỗi khung con. PCFICH được đặt tại ký hiệu OFDM thứ nhất. PCFICH được tạo cấu hình bởi bốn nhóm phần tử tài nguyên (các REG), mỗi nhóm được phân phối trong vùng điều khiển trên cơ sở ID ô. Một REG bao gồm bốn RE.

Tập hợp các ký hiệu OFDM sẵn có cho PDCCH ở khung con được đưa ra ở bảng sau đây.

Bảng 3

Khung con	Số lượng ký hiệu OFDM dùng cho PDCCH khi $N_{RB}^{DL} > 10$	Số lượng ký hiệu OFDM dùng cho PDCCH khi $N_{RB}^{DL} \leq 10$
Khung con 1 và 6 dùng cho kiểu cấu trúc khung 2	1, 2	2
Các khung con MBSFN trên sóng mang hỗ trợ PDSCH, được tạo cấu hình với 1 hoặc 2 cổng anten đặc trưng của ô	1, 2	2
Các khung con MBSFN trên sóng mang hỗ trợ PDSCH, được tạo cấu hình với 4 cổng anten đặc trưng của ô	2	2
Các khung con trên sóng mang không hỗ trợ PDSCH	0	0
Các khung con không phải MBSFN (trừ khung con 6 dùng cho kiểu cấu trúc khung 2) được tạo cấu hình với các tín hiệu tham chiếu định vị	1, 2, 3	2, 3
Tất cả các trường hợp khác	1, 2, 3	2, 3, 4

Tập con của các khung con đường xuống trong khung radio trên sóng mang để hỗ trợ việc truyền PDSCH có thể được tạo cấu hình như là (các) khung con MBSFN bởi lớp cao hơn. Mỗi khung con MBSFN được chia thành vùng không có MBSFN và vùng MBSFN. Vùng không có MBSFN kéo dài qua một hoặc hai ký hiệu OFDM thứ nhất, và độ dài của nó được đưa ra bởi bảng 3. CP giống với tiền tố vòng (CP) được sử dụng cho khung con 0 được sử dụng để truyền trong vùng không có MBSFN của khung con MBSFN. Vùng MBSFN trong khung con MBSFN được xác định là các ký hiệu OFDM không được sử dụng trong vùng không có MBSFN.

PCFICH mang thông tin chỉ báo định dạng điều khiển (control format indicator - CFI), mà chỉ báo giá trị bất kỳ trong số từ 1 đến 3. Đối với dải thông hệ thống đường xuống $N_{RB}^{DL} > 10$, số lượng 1, 2 hoặc 3 ký hiệu OFDM mà là các khoảng vượt của DCI được mang bởi PDCCH được đưa ra bởi CFI. Đối với dải thông hệ thống đường xuống $N_{RB}^{DL} \leq 10$, số lượng 2, 3 hoặc 4 ký hiệu OFDM mà là các khoảng vượt của DCI được mang bởi PDCCH được đưa ra bởi CFI+1. CFI

được mã hóa theo bảng sau đây.

Bảng 4

CFI	Từ mã CFI <b ₀ , b ₁ , ..., b ₃₁ >
1	<0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1>
2	<1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0>
3	<1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1,0,1,1>
4 (dự trữ)	<0,0>

PHICH mang tín hiệu ACK/NACK (báo nhận/báo nhận phủ định) HARQ (Hybrid Automatic Repeat Request – Yêu cầu lặp tự động lại) như là sự đáp lại việc truyền UL. PHICH bao gồm ba REG, và được xáo trộn theo cách đặc trưng của ô. ACK/NACK được chỉ báo bởi 1 bit, và ACK/NACK 1 bit được lặp lại ba lần. Mỗi bit ACK/NACK lặp lại được được trải với hệ số trải (SF) 4 hoặc 2 và sau đó được ánh xạ vào vùng điều khiển.

Thông tin điều khiển được truyền qua PDCCH sẽ được gọi là thông tin điều khiển đường xuống (DCI). DCI bao gồm thông tin cấp phát tài nguyên dùng cho UE hoặc nhóm UE và thông tin điều khiển khác. Định dạng truyền và thông tin cấp phát tài nguyên của kênh dùng chung đường xuống (DL-SCH) được gọi là thông tin lập lịch DL hoặc chấp thuận DL. Định dạng truyền và thông tin cấp phát tài nguyên của kênh dùng chung đường lên (UL-SCH) được gọi là thông tin lập lịch UL hoặc chấp thuận UL. Kích thước và việc sử dụng DCI được mang bởi PDCCH được thay đổi tùy thuộc vào các định dạng DCI. Kích thước của DCI có thể được thay đổi tùy thuộc vào tốc độ mã hóa. Trong hệ thống 3GPP LTE hiện nay, các định dạng khác nhau được xác định, trong đó các định dạng 0 và 4 được xác định cho UL, và các định dạng 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 2B, 2C, 3 và 3A được xác định cho DL. Sự kết hợp được lựa chọn từ thông tin điều khiển như cờ nhảy, cấp phát RB, lược đồ mã hóa điều biến (MCS), kiểu phân dư (RV), thông tin chỉ báo dữ liệu mới (NDI), điều khiển công suất truyền (TPC), dịch chuyển vòng, tín hiệu tham chiếu giải điều biến dịch chuyển vòng (DM RS), chỉ số UL, yêu cầu thông tin chất lượng kênh (CQI), chỉ số gán DL, số xử lý HARQ, thông tin chỉ báo ma trận tiền mã hóa được truyền (transmitted precoding matrix indicator - TPMI), thông tin chỉ

báo ma trận tiền mã hóa (precoding matrix indicator - PMI) được truyền đến UE dưới dạng DCI.

Các PDCCH có thể được truyền trong vùng điều khiển. UE có thể giám sát các PDCCH. eNB xác định định dạng DCI tùy thuộc vào DCI sẽ được truyền đến UE, và gắn kiểm tra độ dư vòng (cyclic redundancy check - CRC) vào DCI. CRC được chẵn (hoặc được xáo trộn) bằng ký hiệu nhận dạng (ví dụ, ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI)) tùy thuộc vào việc sử dụng PDCCH hoặc nơi sở hữu PDCCH. Ví dụ, nếu PDCCH dùng cho UE riêng, CRC có thể được chẵn bằng ký hiệu nhận dạng (ví dụ, RNTI ô (C-RNTI)) của UE tương ứng. Nếu PDCCH dùng cho tín nhắn tìm gọi, CRC có thể được chẵn bằng ký hiệu nhận dạng tìm gọi (ví dụ, RNTI tìm gọi (P-RNTI)). Nếu PDCCH dùng cho thông tin hệ thống (chi tiết hơn, khối thông tin hệ thống (SIB)), CRC có thể được chẵn bằng RNTI thông tin hệ thống (SI-RNTI). Nếu PDCCH dùng cho việc đáp lại truy cập ngẫu nhiên, CRC có thể được chẵn bằng RNTI truy cập ngẫu nhiên (RA-RNTI). Ví dụ, việc chẵn (hoặc xáo trộn) CRC bao gồm toán tử XOR của CRC và RNTI ở mức bit.

Thông thường, định dạng DCI, mà có thể được truyền đến UE, được thay đổi tùy thuộc vào chế độ truyền được tạo cấu hình cho UE. Nói cách khác, (các) định dạng DCI cụ thể tương ứng với chế độ truyền riêng không phải tất cả các định dạng DCI chỉ có thể được sử dụng cho UE được tạo cấu hình cho chế độ truyền riêng.

Ví dụ, chế độ truyền được tạo cấu hình theo cách bán tĩnh cho UE bởi lớp cao hơn sao cho UE có thể nhận PDSCH được truyền theo một trong số các chế độ truyền được xác định từ trước. UE thử giải mã PDCCH sử dụng các định dạng DCI chỉ tương ứng với chế độ truyền của nó. Nói cách khác, để duy trì tải hoạt động UE theo sự cố gắng giải mã mù (blind decoding), ở mức cụ thể hoặc ít hơn, tất cả các định dạng DCI không được tìm kiếm bởi UE đồng thời.

Bảng 5 minh họa các chế độ truyền để tạo cấu hình kỹ thuật nhiều anten và các định dạng DCI để cho phép UE thực hiện giải mã mù ở chế độ truyền tương ứng. Cụ thể, Table 5 minh họa mối liên hệ giữa PDCCH và PDSCH được tạo cấu hình bởi C-RNTI (RNTI (Radio Network Temporary Identifier - ký hiệu nhận dạng

tạm thời mạng radio) ô).

Bảng 5

Chế độ truyền	Định dạng DCI	Không gian tìm kiếm	Lược đồ truyền của PDSCH tương ứng với PDCCH
Chế độ 1	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Cổng một anten, cổng 0
	Định dạng DCI 1	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Cổng một anten, cổng 0
Chế độ 2	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
	Định dạng DCI 1	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
Chế độ 3	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
	Định dạng DCI 2A	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	CDD trễ lớn hoặc phân tập truyền
Chế độ 4	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
	Định dạng DCI 2	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Ghép kênh không gian vòng kín (Closed-loop spatial multiplexing) hoặc phân tập truyền
Chế độ 5	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
	Định dạng DCI 1D	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	MIMO nhiều người dùng
Chế độ 6	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Phân tập truyền
	Định dạng DCI 1B	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Ghép kênh không gian vòng kín sử dụng lớp truyền đơn lẻ
Chế độ 7	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Nếu số lượng các cổng anten PBCH là một, thì cổng một anten, cổng 0 được sử dụng, còn không thì phân tập truyền
	Định dạng DCI 1	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Cổng một anten, cổng 5

Chế độ 8	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Nếu số lượng các cổng anten PBCH là một, cổng một anten, cổng 0 được sử dụng, còn không thì phân tập truyền
	Định dạng DCI 2B	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Truyền hai lớp, cổng 7 và 8 hoặc cổng một anten, cổng 7 hoặc 8
Chế độ 9	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Khung con không có MBSFN: Nếu số lượng cổng anten PBCH là một, cổng một anten, cổng 0 được sử dụng, còn không thì phân tập truyền. Khung con MBSFN: Cổng một anten, cổng 7
	Định dạng DCI 2C	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Lên đến 8 việc truyền lớp, các cổng từ 7 đến 14 hoặc cổng một anten, cổng 7 hoặc 8
Chế độ 10	Định dạng DCI 1A	Chung và đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Khung con không có MBSFN: Nếu số lượng cổng anten PBCH là một, cổng một anten, cổng 0 được sử dụng, còn không thì phân tập truyền. Khung con MBSFN: Cổng một anten, cổng 7
	Định dạng DCI 2D	Đặc trưng của UE bởi C-RNTI	Lên đến 8 việc truyền lớp, các cổng từ 7 đến 14 hoặc một cổng anten, cổng 7 hoặc 8

Mặc dù các chế độ truyền từ 1 đến 10 được liệt kê trong bảng 5, nhưng các chế độ truyền khác ngoài các chế độ truyền được xác định trong bảng 5 có thể được xác định.

PDCCH được cấp phát cho m ký hiệu OFDM thứ nhất trong một khung con. Trong trường hợp này, m là số nguyên bằng hoặc lớn hơn 1, và được chỉ báo bởi PCFICH.

PDCCH được truyền trên phần cộng gộp của một hoặc nhiều phần tử kênh điều khiển liên tục (control channel element - CCE). CCE là bộ phận cấp phát logic được sử dụng để cung cấp tốc độ mã hóa dựa trên trạng thái của kênh radio cho PDCCH. CCE tương ứng với các nhóm phần tử tài nguyên (REG). Ví dụ, một CCE tương ứng với chín nhóm phần tử tài nguyên (REG), và một REG tương ứng với bốn RE. Bốn ký hiệu QPSK được ánh xạ đến mỗi REG. Phần tử tài nguyên (RE) được chiếm bởi tín hiệu tham chiếu (RS) không có trong REG. Do đó, số lượng REG trong các ký hiệu OFDM đã biết được thay đổi tùy thuộc vào sự có

mặt của RS. Các REG cũng được sử dụng cho các kênh điều khiển đường xuống khác (tức là, PDFICH và PHICH).

Giả sử rằng số lượng REG không được cấp phát cho PCFICH hoặc PHICH là N_{REG} , số lượng CCE sẵn có trong khung con DL cho (các) PDCCH trong hệ thống được đánh số từ 0 đến $N_{\text{CCE}}-1$, trong đó $N_{\text{CCE}} = \text{giá trị thấp nhất}(N_{\text{REG}}/9)$.

Định dạng DCI và số lượng bit DCI được xác định theo số lượng CCE. Các CCE được đánh số và được sử dụng liên tiếp. Để đơn giản hóa quy trình giải mã, PDCCH có định dạng bao gồm n CCE có thể được khởi tạo chỉ trên các CCE được gán các số tương ứng với các bội số của n . Số lượng CCE được sử dụng cho việc truyền PDCCH riêng được xác định bởi mạng hoặc eNB theo trạng thái kênh. Ví dụ, một CCE có thể được yêu cầu đối với PDCCH cho UE (ví dụ, liền kề eNB) có kênh đường xuống tốt. Tuy nhiên, trong trường hợp PDCCH cho UE (ví dụ, được đặt gần mép ô) có kênh kém, thì tám CCE có thể được yêu cầu để đạt được độ mạnh đầy đủ. Ngoài ra, mức công suất của PDCCH có thể được điều chỉnh để tương ứng với trạng thái kênh.

Trong hệ thống 3GPP LTE/LTE-A, tập hợp các CCE mà trên đó PDCCH có thể được bố trí cho mỗi UE được xác định. Tập hợp các CCE mà trên đó UE có thể phát hiện PDCCH của nó được gọi là không gian tìm kiếm PDCCH hoặc đơn giản là không gian tìm kiếm. Tài nguyên riêng mà trên đó PDCCH có thể được truyền trong không gian tìm kiếm được gọi là ứng viên PDCCH. Tập hợp các ứng viên PDCCH mà UE phải giám sát được xác định như là không gian tìm kiếm. Ở đây, không gian tìm kiếm $S_k^{(L)}$ ở mức cộng gộp $L \in \{1, 2, 4, 8\}$ được xác định bởi tập hợp các ứng viên của PDCCH. Không gian tìm kiếm có thể có kích thước khác và không gian tìm kiếm chuyên dụng và không gian tìm kiếm chung được xác định. Không gian tìm kiếm chuyên dụng là không gian tìm kiếm đặc trưng của UE (USS) và được tạo cấu hình đối với mỗi UE riêng. Không gian tìm kiếm chung (CSS) được tạo cấu hình cho nhiều UE.

eNB truyền PDCCH (DCI) thực tế trên ứng viên PDCCH trong không gian tìm kiếm và UE giám sát không gian tìm kiếm để phát hiện PDCCH (DCI). Ở đây, giám sát bao hàm thử giải mã mỗi PDCCH trong SS tương ứng theo tất cả các định

dạng DCI được giám sát. UE có thể phát hiện PDCCH của nó nhờ giám sát các PDCCH. Về cơ bản, UE không biết vị trí mà tại đó PDCCH của nó được truyền. Do đó, UE thử giải mã tất cả các PDCCH của định dạng DCI tương ứng cho mỗi khung con cho đến khi PDCCH có ID của nó được phát hiện và quy trình này được gọi là phát hiện mò (hoặc giải mã mò (BD)).

Ví dụ, giả sử rằng PDCCH riêng được chèn CRC bằng ký hiệu nhận dạng tạm thời mạng radio (RNTI) “A” và thông tin về dữ liệu được truyền sử dụng tài nguyên radio “B” (ví dụ vị trí tần số) và sử dụng thông tin định dạng vận chuyển “C” (ví dụ kích thước khối vận chuyển, lược đồ điều biến, thông tin mã hóa, v.v.) được truyền trong khung con DL riêng. Sau đó, UE giám sát PDCCH sử dụng thông tin RNTI của nó. UE có RNTI “A” nhận PDCCH và nhận PDSCH được chỉ báo bởi “B” và “C” qua thông tin về PDCCH nhận được.

Fig.5 minh họa cấu hình của các CRS và các UE-RS. Cụ thể là, Fig.5 thể hiện các RE được chiếm bởi (các) CRS và (các) UE-RS trên cặp RB của khung con có CP bình thường.

Trong hệ thống 3GPP hiện nay, do các CRS được sử dụng cho cả giải điều biến lẫn đo, nên các CRS được truyền trong tất cả các khung con DL trong ô hỗ trợ việc truyền PDSCH và được truyền qua tất cả các cổng anten được tạo cấu hình ở eNB.

Trên Fig.5, CRS được truyền qua cổng anten $p=0$, $p=0,1$, hoặc $p=0,1,2,3$ theo số lượng cổng anten của nút truyền. CRS được cố định ở mô hình định trước trong khung con mà không quan tâm đến vùng điều khiển và vùng dữ liệu. Kênh điều khiển được cấp phát cho tài nguyên mà trên đó CRS không được cấp phát trong vùng điều khiển và kênh dữ liệu được cấp phát cho tài nguyên mà trên đó CRS không được cấp phát trong vùng dữ liệu.

UE có thể đo CSI nhờ sử dụng các CRS và giải điều biến tín hiệu được nhận trên PDSCH trong khung con bao gồm các CRS. Điều này có nghĩa là, eNB truyền các CRS ở các vị trí định trước trong mỗi RB trong số tất cả các RB và UE thực hiện việc ước lượng kênh dựa trên các CRS và phát hiện PDSCH. Ví dụ, UE có thể đo tín hiệu được nhận trên CRS RE và phát hiện tín hiệu PDSCH từ RE mà

PDSCH được ánh xạ đến nhờ sử dụng tín hiệu đo được và sử dụng tỷ số của năng lượng nhận trên mỗi CRS RE với năng lượng nhận trên mỗi RE được ánh xạ PDSCH. Tuy nhiên, khi PDSCH được truyền dựa trên các CRS, do eNB sẽ truyền các CRS trong tất cả các RB, thông tin phụ RS không cần thiết xảy ra. Để giải quyết vấn đề này, trong hệ thống 3GPP LTE-A, UE-RS và CSI-RS còn được xác định thêm ngoài CRS. UE-RS được sử dụng để giải điều biến và CSI-RS được sử dụng để thu được CSI. UE-RS là một loại DRS. Do UE-RS và CRS được sử dụng để giải điều biến, nên UE-RS và CRS có thể được xem là các RS giải điều biến xét về hình thức sử dụng. Do CSI-RS và CRS được sử dụng để đo kênh hoặc ước lượng kênh, nên CSI-RS và CRS có thể được xem là các RS đo.

Trên Fig.5, các UE-RS được truyền trên (các) cổng anten $p = 5, p = 7, p = 8$ hoặc $p = 7, 8, \dots, v+6$ để truyền PDSCH, trong đó v là số lượng lớp được sử dụng cho việc truyền PDSCH. Các UE-RS có mặt và là tham chiếu hợp lệ cho việc giải điều biến PDSCH chỉ khi việc truyền PDSCH được liên kết với cổng anten tương ứng. Các UE-RS được truyền chỉ trên các RB mà PDSCH tương ứng được ánh xạ. Điều này có nghĩa là, các UE-RS được tạo cấu hình để được truyền chỉ trên (các) RB mà PDSCH được ánh xạ trong khung con trong đó PDSCH được lập lịch không giống như các CRS được tạo cấu hình để được truyền trong mỗi khung con không kể việc liệu PDSCH có mặt hay không. Do đó, thông tin phụ của RS có thể được giảm bớt so với CRS.

Trong hệ thống 3GPP LTE-A, các UE-RS được xác định trong cặp PRB. Trên Fig.5, trong PRB có chỉ số miền tần số n_{PRB} được gán cho việc truyền PDSCH đối với $p = 7, p = 8$, hoặc $p = 7, 8, \dots, v+6$, một phần của chuỗi UE-RS $r(m)$ được ánh xạ đến các ký hiệu điều biến giá trị phức $a_{k,l}^{(p)}$ trong khung con theo phương trình sau đây.

Phương trình 1

$$a_{k,l}^{(p)} = w_p(l') \cdot r(3 \cdot l' \cdot N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} + 3 \cdot n_{\text{PRB}} + m')$$

trong đó $w_p(i)$, l' , m' được cho như sau.

Phương trình 2

$$w_p(i) = \begin{cases} \bar{w}_p(i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 0 \\ \bar{w}_p(3-i) & (m' + n_{\text{PRB}}) \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$k = 5m' + N_{\text{sc}}^{\text{RB}} n_{\text{PRB}} + k'$$

$$k' = \begin{cases} 1 & p \in \{7, 8, 11, 13\} \\ 0 & p \in \{9, 10, 12, 14\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} l' \bmod 2 + 2 & \text{nếu trong khung con đặc biệt với cấu hình 3, 4, hoặc 8 (xem bảng 2)} \\ l' \bmod 2 + 2 + 3 \lfloor l'/2 \rfloor & \text{nếu trong khung con đặc biệt với cấu hình 1, 2, 6, hoặc 7 (xem bảng 2)} \\ l' \bmod 2 + 5 & \text{nếu không trong khung con đặc biệt} \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0, 1, 2, 3 & \text{nếu } n_s \bmod 2 = 0 \text{ và trong khung con đặc biệt với cấu hình 1, 2, 6, hoặc 7 (xem bảng 2)} \\ 0, 1 & \text{nếu } n_s \bmod 2 = 0 \text{ và không trong khung con đặc biệt với cấu hình 1, 2, 6, hoặc 7 (xem bảng 2)} \\ 2, 3 & \text{nếu } n_s \bmod 2 = 1 \text{ và không trong khung con đặc biệt với cấu hình 1, 2, 6, hoặc 7 (xem bảng 2)} \end{cases}$$

$$m' = 0, 1, 2$$

Ở đây, n_s là số khe trong khung radio, là một trong số các số nguyên từ 0 đến 19. Chuỗi $\bar{w}_p(i)$ đối với CP bình thường được cho theo phương trình sau đây.

Bảng 6

Cổng anten p	$[\bar{w}_p(0) \ \bar{w}_p(1) \ \bar{w}_p(2) \ \bar{w}_p(3)]$
7	[+1 +1 +1 +1]
8	[+1 -1 +1 -1]
9	[+1 +1 +1 +1]
10	[+1 -1 +1 -1]
11	[+1 +1 -1 -1]
12	[-1 -1 +1 +1]
13	[+1 -1 -1 +1]
14	[-1 +1 +1 -1]

Đối với cổng anten $p \in \{7, 8, \dots, v+6\}$, chuỗi UE-RS $r(m)$ được xác định như sau.

Phương trình 3

$$r(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m+1)), \quad m = \begin{cases} 0, 1, \dots, 12N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{tiền tố vòng bình thường} \\ 0, 1, \dots, 16N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1 & \text{tiền tố vòng mở rộng} \end{cases}$$

$c(i)$ là chuỗi giả ngẫu nhiên được xác định bởi chuỗi vàng dài 31 (length-31 Gold sequence). Chuỗi kết quả $c(n)$ có độ dài M_{PN} , trong đó $n = 0, 1, \dots, M_{\text{PN}}-1$, được xác định bởi phương trình sau đây.

Phương trình 4

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

trong đó $N_C=1600$ và chuỗi m thứ nhất được khởi tạo với $x_1(0)=1$, $x_1(n)=0$, $n=1,2,\dots,30$. Việc khởi tạo chuỗi m thứ hai được biểu thị bởi $c_{\text{init}} = \sum_{i=0}^{30} x_2(i) \cdot 2^i$ với giá trị tùy thuộc vào việc vận dụng chuỗi.

Trong phương trình 3, bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên để tạo $c(i)$ được khởi tạo với c_{init} ở vị trí bắt đầu của mỗi khung con theo phương trình sau đây.

Phương trình 5

$$c_{\text{init}} = (\lfloor n_s / 2 \rfloor + 1) \cdot (2n_{\text{ID}}^{(n_{\text{SCID}})} + 1) \cdot 2^{16} + n_{\text{SCID}}$$

Trong phương trình 5, các lượng $n_{\text{ID}}^{(i)}$, $i = 0,1$, tương ứng với $n_{\text{ID}}^{(n_{\text{SCID}})}$, được đưa ra bởi ký hiệu nhận dạng ô lớp vật lý $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ nếu không có giá trị cho $n_{\text{ID}}^{\text{DMRS},i}$ được cung cấp bởi các lớp cao hơn hoặc nếu định dạng DCI 1A, 2B hoặc 2C được sử dụng cho định dạng DCI được liên kết với việc truyền PDSCH, và ngược lại được đưa ra bởi $n_{\text{ID}}^{\text{DMRS},i}$.

Trong phương trình 5, giá trị của n_{SCID} bằng không (zero) trừ khi được quy định khác. Đối với việc truyền PDSCH trên các cổng anten 7 hoặc 8, n_{SCID} được đưa ra bởi định dạng DCI 2B hoặc 2D. Định dạng DCI 2B là định dạng DCI để gán tài nguyên đối với PDSCH sử dụng tối đa là hai cổng anten có các UE-RS. Định dạng DCI 2C là định dạng DCI để gán tài nguyên đối với PDSCH sử dụng tối đa là 8 cổng anten có các UE-RS.

Chuỗi RS $r_{l,\text{ns}}(m)$ đối với CRS được xác định như sau.

Phương trình 6

$$r_{l,n_s}(m) = \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m)) + j \frac{1}{\sqrt{2}}(1 - 2 \cdot c(2m + 1)), \quad m = 0,1,\dots,2N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - 1$$

Ở đây, $N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}}$ biểu thị cấu hình dải thông DL lớn nhất, được thể hiện như là bội số của $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$. n_s biểu thị số khe trong khung radio và l biểu thị số ký hiệu OFDM trong khe. Chuỗi giả ngẫu nhiên $c(i)$ được xác định bởi phương trình 4. Bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên được khởi tạo theo phương trình sau đây ở vị trí bắt đầu

của mỗi ký hiệu OFDM.

Phương trình 7

$$c_{\text{init}} = 2^{10} \cdot (7 \cdot (n_s + 1) + l + 1) \cdot (2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + 1) + 2 \cdot N_{\text{ID}}^{\text{cell}} + N_{\text{CP}}$$

Ở đây, $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ biểu thị ký hiệu nhận dạng ô lớp vật lý. $N_{\text{CP}}=1$ đối với CP bình thường và $N_{\text{CP}}=0$ đối với CP mở rộng.

Trong hệ thống 3GPP LTE, CRS được xác định trong cặp PRB. Trên Fig.6, chuỗi RS $r_{l,\text{ns}}(m)$ dùng cho CRS được ánh xạ đến các ký hiệu điều biến phức $a_{k,l}^{(p)}$ được sử dụng làm các ký hiệu tham chiếu dùng cho cổng anten p trong khe n_s .

Phương trình 8

$$a_{k,l}^{(p)} = r_{l,n_s}(m')$$

Ở đây, k , l , và m' được xác định như sau.

Phương trình 9

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symb}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

Các thông số v và v_{shift} xác định các vị trí cho các RS khác nhau trong miền tần số và v thu được bởi phương trình sau đây.

Phương trình 10

$$v = \begin{cases} 0 & \text{nếu } p = 0 \text{ và } l = 0 \\ 3 & \text{nếu } p = 0 \text{ và } l \neq 0 \\ 3 & \text{nếu } p = 1 \text{ và } l = 0 \\ 0 & \text{nếu } p = 1 \text{ và } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{nếu } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{nếu } p = 3 \end{cases}$$

Sự dịch chuyển tần số đặc trưng của ô thu được bởi $v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$, trong đó $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$ là ký hiệu nhận dạng ô lớp vật lý, tức là, ký hiệu nhận dạng ô vật lý.

Fig.6 minh họa cấu trúc của khung con UL được sử dụng trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

Trên Fig.6, khung con UL có thể được chia thành vùng dữ liệu và vùng điều khiển trong miền tần số. Một hoặc một số PUCCH có thể được cấp phát cho vùng điều khiển để truyền UCI. Một hoặc một số PUSCH có thể được cấp phát cho vùng dữ liệu của khung con UE để mang dữ liệu người dùng.

Trong khung con UL, các sóng mang con cách xa sóng mang con dòng điện một chiều (DC) được sử dụng làm vùng điều khiển. Nói cách khác, các sóng mang con được đặt ở cả hai đầu của BW truyền UL được cấp phát để truyền UCI. Sóng mang con DC là thành phần không được sử dụng cho việc truyền tín hiệu và được ánh xạ đến tần số sóng mang f_0 trong quy trình chuyển đổi nâng tần số (frequency up-conversion). PUCCH dùng cho một UE được cấp phát cho cặp RB thuộc về các tài nguyên hoạt động trên một tần số sóng mang và các RB thuộc về cặp RB chiếm các sóng mang con khác nhau trong hai khe. PUCCH được cấp phát theo cách này được biểu bằng việc nhảy tần số của cặp RB được cấp phát cho PUCCH trên biên của khe. Nếu việc nhảy tần số không được áp dụng, cặp RB chiếm cùng các sóng mang con.

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

- Yêu cầu lập lịch (SR): SR là thông tin được sử dụng để yêu cầu tài nguyên UL-SCH và được truyền nhờ sử dụng lược đồ điều báo bật tắt (on-off keying - OOK).

- HARQ-ACK: HARQ-ACK là tin nhắn đáp lại PDCCH và/hoặc tin nhắn đáp lại gói dữ liệu DL (ví dụ, từ mã) trên PDSCH. HARQ-ACK chỉ báo liệu PDCCH hay PDSCH đã được nhận thành công. HARQ-ACK 1-bit được truyền đáp lại một từ mã DL và HARQ-ACK 2-bit được truyền đáp lại hai từ mã DL. Tin nhắn đáp lại HARQ-ACK bao gồm ACK khẳng định (gọi đơn giản là, ACK), ACK phủ định (NACK), truyền gián đoạn (DTX), hoặc NACK/DRX. HARQ-ACK được sử dụng hoán đổi được với HARQ ACK/NACK và ACK/NACK.

- Thông tin trạng thái kênh (CSI): CSI là thông tin phản hồi đối với kênh DL. CSI có thể bao gồm thông tin chất lượng kênh (CQI- channel quality information), thông tin chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), thông tin chỉ báo kiểu tiền mã hóa, và/hoặc thông tin chỉ báo hạng (RI- rank indicator). Trong CSI, thông

tin phản hồi liên quan đến MIMO bao gồm RI và PMI. RI chỉ báo số lượng luồng hoặc số lượng lớp mà UE có thể nhận qua cùng một tài nguyên thời gian-tần số. PMI là giá trị phản ánh đặc tính khoảng cách của kênh, chỉ báo chỉ số của ma trận tiền mã hóa ưu tiên dùng cho việc truyền tín hiệu DL dựa trên chuẩn đo như SINR. CQI là giá trị của độ mạnh của kênh, chỉ báo SINR được nhận mà có thể thu được bởi UE thông thường khi eNB sử dụng PMI.

Hệ thống truyền thông vô tuyến thông thường truyền/nhận dữ liệu qua một dải đường xuống (DL) và qua một dải đường lên (UL) tương ứng với dải DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia tần số (frequency division duplex - FDD)), hoặc chia khung radio quy định thành đơn vị thời gian UL và đơn vị thời gian DL trong miền thời gian và truyền/nhận dữ liệu qua đơn vị thời gian UL/DL (trong trường hợp chế độ song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplex - TDD)). Gần đây, để sử dụng dải tần số rộng hơn trong các hệ thống truyền thông vô tuyến gây đây, việc đưa vào kỹ thuật cộng gộp sóng mang (hoặc cộng gộp BW) mà sử dụng BW UL/DL rộng hơn bằng cách gộp các khối tần số UL/DL đã được thảo luận. Cộng gộp sóng mang (CA) khác với hệ thống ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) ở chỗ việc truyền thông DL hoặc UL được thực hiện nhờ sử dụng nhiều tần số mang, trong khi đó hệ thống OFDM mang dải tần số cơ sở được chia thành nhiều sóng mang con trực giao trên một tần số sóng mang đơn lẻ để thực hiện việc truyền thông DL hoặc UL. Dưới đây, mỗi sóng mang được cộng gộp bởi kỹ thuật cộng gộp sóng mang sẽ được gọi là sóng mang thành phần (component carrier - CC).

Ví dụ, ba CC 20MHz trong mỗi loại trong số UL và DL được cộng gộp để hỗ trợ BW là 60MHz. Các CC này có thể là liền kề hoặc không liền kề trong miền tần số. Mặc dù trường hợp BW của UL CC và BW của DL CC là giống nhau và đối xứng được mô tả, nhưng BW của mỗi sóng mang thành phần có thể được xác định một cách độc lập. Ngoài ra, kỹ thuật cộng gộp sóng mang không đối xứng trong đó số lượng UL CC khác với số lượng DL CC có thể được tạo cấu hình. DL/UL CC đối với UE riêng có thể được gọi là UL/DL CC phục vụ được tạo cấu hình tại UE riêng.

Trong lúc đó, hệ thống 3GPP LTE-A sử dụng khái niệm ô để quản lý các tài nguyên radio. Ô được xác định bởi sự kết hợp của các tài nguyên đường xuống và các tài nguyên đường lên, tức là, sự kết hợp của DL CC và UL CC. Ô có thể được tạo cấu hình chỉ bởi các tài nguyên đường xuống, hoặc có thể được tạo cấu hình bởi các tài nguyên đường xuống và các tài nguyên đường lên. Nếu kỹ thuật cộng gộp sóng mang được hỗ trợ, sự liên kết giữa tần số sóng mang của các tài nguyên đường xuống (hoặc DL CC) và tần số sóng mang của các tài nguyên đường lên (hoặc UL CC) có thể được chỉ báo bởi thông tin hệ thống. Ví dụ, sự kết hợp của các tài nguyên DL và các tài nguyên UL có thể được chỉ báo bởi sự liên kết của loại khối thông tin hệ thống 2 (SIB2). Trong trường hợp này, tần số sóng mang có nghĩa là tần số trung tâm của mỗi ô hoặc CC. Ô hoạt động trên tần số chính có thể được gọi là ô chính (primary cell - Pcell) hoặc PCC, và ô hoạt động trên tần số phụ có thể được gọi là ô phụ (secondary cell - Scell) hoặc SCC. Sóng mang tương ứng với Pcell trên đường xuống sẽ được gọi là CC chính đường xuống (DL PCC), và sóng mang tương ứng với Pcell trên đường lên sẽ được gọi là CC chính đường lên (UL PCC). Scell có nghĩa là ô mà có thể được tạo cấu hình sau khi hoàn thành việc thiết lập kết nối điều khiển tài nguyên radio (radio resource control - RRC) và được sử dụng để cung cấp các tài nguyên radio bổ sung. Scell có thể tạo thành tập hợp các ô dịch vụ cho UE cùng với Pcell theo khả năng của UE. Sóng mang tương ứng với Scell trên đường xuống sẽ được gọi là CC phụ đường xuống (DL SCC), và sóng mang tương ứng với Scell trên đường lên sẽ được gọi là CC phụ đường lên (UL SCC). Mặc dù UE ở trạng thái RRC-CONNECTED (RRC đã được kết nối), nếu nó không được tạo cấu hình bởi kỹ thuật cộng gộp sóng mang hoặc không hỗ trợ kỹ thuật cộng gộp sóng mang, thì một ô dịch vụ đơn lẻ được tạo cấu hình bởi Pcell chỉ tồn tại.

eNB có thể kích hoạt tất cả hoặc một số ô dịch vụ được tạo cấu hình trong UE hoặc khử kích hoạt một số ô dịch vụ để truyền thông với UE. eNB có thể thay đổi ô được kích hoạt/được khử kích hoạt, và có thể thay đổi số lượng ô mà được kích hoạt hoặc khử kích hoạt. Nếu eNB cấp phát các ô sẵn có cho UE theo cách đặc trưng của ô hoặc theo cách đặc trưng của UE, thì ít nhất một trong số các ô

được cấp phát không được khử kích hoạt trừ khi việc cấp phát ô cho UE được tạo cấu hình lại đầy đủ hoặc trừ khi UE thực hiện chuyển vùng. Ô như vậy mà không được khử kích hoạt trừ khi việc cấp phát CC cho UE được tạo cấu hình lại đầy đủ sẽ được gọi là Pcell, và ô mà có thể được kích hoạt/được khử kích hoạt một cách tự do bởi eNB sẽ được gọi là Scell. Pcell và Scell có thể được phân biệt với nhau trên cơ sở thông tin điều khiển. Ví dụ, thông tin điều khiển riêng có thể được thiết lập để được truyền và được nhận qua chỉ ô cụ thể. Ô cụ thể này có thể được gọi là Pcell, và (các) ô khác có thể được gọi là (các) Scell.

Ô được tạo cấu hình liên quan đến ô trong đó CA được thực hiện đối với UE dựa trên báo cáo đo từ một eNB hoặc UE khác trong số các ô của eNB và được tạo cấu hình đối với mỗi UE. Ô được tạo cấu hình đối với UE có thể là ô dịch vụ về phía UE. Ô được tạo cấu hình đối với UE, tức là ô dịch vụ, dự trữ trước các tài nguyên cho việc truyền ACK/NACK đối với việc truyền PDSCH. Ô được kích hoạt liên quan đến ô được tạo cấu hình để được sử dụng thực tế cho việc truyền PDSCH/PUSCH trong số các ô được tạo cấu hình đối với UE và báo cáo CSI và việc truyền SRS đối với việc truyền PDSCH/PUSCH được thực hiện trên ô được kích hoạt. Ô được khử kích hoạt liên quan đến ô được tạo cấu hình để không được sử dụng cho việc truyền PDSCH/PUSCH bởi lệnh của eNB hoặc hoạt động của bộ định thời và báo cáo CSI và việc truyền SRS được dừng lại trên ô được khử kích hoạt.

Để tham khảo, thông tin chỉ báo sóng mang (carrier indicator - CI) có nghĩa là chỉ số ô dịch vụ ServCellIndex và CI=0 được áp dụng cho Pcell. Chỉ số ô dịch vụ là sự nhận dạng ngắn để nhận dạng ô dịch vụ và, ví dụ, một số nguyên bất kỳ trong số các số nguyên từ 0 đến 'số lượng tần số sóng mang tối đa mà có thể được tạo cấu hình cho UE tại một thời điểm trừ đi 1' có thể được cấp phát cho một ô dịch vụ làm chỉ số ô dịch vụ. Điều này có nghĩa là, chỉ số ô dịch vụ có thể là chỉ số logic được sử dụng để nhận dạng ô dịch vụ riêng trong số các ô được cấp phát cho UE mà không phải là chỉ số vật lý được sử dụng để nhận dạng tần số sóng mang riêng trong số tất cả các tần số sóng mang.

Như được mô tả trên đây, thuật ngữ “ô” được sử dụng trong kỹ thuật cộng

gộp sóng mang được phân biệt với thuật ngữ “ô” chỉ báo khu vực địa lý cụ thể nơi mà dịch vụ truyền thông được cung cấp bởi một eNB hoặc một nhóm anten.

Ô được nêu trong sáng chế có nghĩa là ô theo kỹ thuật cộng gộp sóng mang mà là sự kết hợp của UL CC và DL CC trừ khi được lưu ý cụ thể.

Trong khi đó, nếu kỹ thuật RRH, kỹ thuật lập lịch chéo sóng mang (cross-carrier scheduling), v.v. được đưa vào, lượng PDCCH mà sẽ được truyền bởi eNB được tăng dần. Tuy nhiên, do kích thước của vùng điều khiển mà trong đó PDCCH có thể được truyền giống như trước, nên việc truyền PDCCH đóng vai trò là phần thắt cổ chai của năng suất hệ thống. Mặc dù chất lượng kênh có thể được cải thiện nhờ đưa vào hệ thống nhiều nút nêu trên, áp dụng các lược đồ truyền thông khác nhau, v.v., việc đưa vào kênh điều khiển mới được yêu cầu để áp dụng lược đồ truyền thông kế thừa và kỹ thuật cộng gộp sóng mang vào môi trường nhiều nút. Do nhu cầu này, cấu hình của kênh điều khiển mới trong vùng dữ liệu (dưới đây, được gọi là vùng PDSCH) không phải vùng điều khiển kế thừa (dưới đây, được gọi là vùng PDCCH) đã được thảo luận. Dưới đây, kênh điều khiển mới sẽ được gọi là PDCCH cải tiến (dưới đây, được gọi là EPDCCH).

EPDCCH có thể được tạo cấu hình trong các ký hiệu OFDM ở cuối bắt đầu từ ký hiệu OFDM được tạo cấu hình, thay vì các ký hiệu OFDM ở đầu của khung con. EPDCCH có thể được tạo cấu hình nhờ sử dụng các tài nguyên tần số liên tục, hoặc có thể được tạo cấu hình nhờ sử dụng các tài nguyên tần số không liên tục đối với phân tập tần số. Bằng cách sử dụng EPDCCH, thông tin điều khiển trên một nút có thể được truyền đến UE, và vấn đề vùng PDCCH kế thừa có thể không đủ có thể được giải quyết. Để tham khảo, PDCCH có thể được truyền qua (các) cổng anten giống với (các) cổng anten được tạo cấu hình để truyền CRS, và UE được tạo cấu hình để giải mã PDCCH có thể giải điều biến hoặc giải mã PDCCH bằng cách sử dụng CRS. Không giống như PDCCH được truyền dựa trên CRS, EPDCCH được truyền dựa trên RS giải điều biến (dưới đây, DMRS). Do đó, UE giải mã/giải điều biến PDCCH dựa trên CRS và giải mã/giải điều biến EPDCCH dựa trên DMRS. DMRS được liên kết với EPDCCH được truyền trên cổng anten $p \in \{107, 108, 109, 110\}$ giống với tài nguyên vật lý EPDCCH liên kết, có mặt để

giải điều biến EPDCCH chỉ khi việc truyền EPDCCH được liên kết với cổng anten tương ứng, và được truyền chỉ trên (các) PRB mà nhờ đó EPDCCH tương ứng được ánh xạ. Ví dụ, các RE được chiếm bởi (các) UE-RS của cổng anten 7 hoặc 8 có thể được chiếm bởi (các) DMRS của cổng anten 107 hoặc 108 trên PRB mà EPDCCH được ánh xạ đến, và các RE được chiếm bởi (các) UE-RS của cổng anten 9 hoặc 10 có thể được chiếm bởi (các) DMRS của cổng anten 109 hoặc 110 trên PRB mà EPDCCH được ánh xạ đến. Nói cách khác, một số lượng RE nhất định được sử dụng trên mỗi cặp RB để truyền DMRS để giải điều biến EPDCCH mà không quan tâm đến UE hay ô nướ loại EPDCCH và số lượng lớp giống như trong trường hợp UE-RS để giải điều biến PDSCH.

Gần đây, kỹ thuật truyền thông kiểu máy (machine type communication - MTC) đã giữ vị trí đứng đầu như là vấn đề tiêu chuẩn truyền thông quan trọng. MTC liên quan đến việc trao đổi thông tin giữa máy và eNB mà không cần người hoặc với sự can thiệp rất ít của con người. Ví dụ, MTC có thể được sử dụng để truyền thông dữ liệu để đo/nhận biết/báo cáo như đọc dụng cụ đo, đo mức nước, sử dụng camera giám sát, báo cáo kiểm kê của máy bán hàng tự động, v.v. và cũng có thể được sử dụng cho các quy trình cập nhật ứng dụng hoặc phần sụn (firmware) cho các UE. Trong MTC, lượng dữ liệu truyền là nhỏ và việc truyền hoặc nhận dữ liệu UL/DL (dưới đây, truyền/nhận) xảy ra ngẫu nhiên. Xét đến các tính chất như vậy của MTC, sẽ tốt hơn về mặt hiệu quả để làm giảm chi phí sản xuất và tiêu thụ pin của các UE đối với MTC (dưới đây, các UE của MTC) theo tốc độ truyền dữ liệu. Do UE của MTC có tính lưu động thấp, nên môi trường kênh của nó về cơ bản vẫn giống nhau. Nếu UE của MTC được sử dụng để đo, đọc dụng cụ đo, giám sát, và loại tương tự, thì UE của MTC rất có khả năng được đặt ở nơi như tầng hầm, kho, và các vùng núi mà vùng phủ sóng của eNB thông thường không đến được. Xét đến các mục đích của UE của MTC, tốt hơn là tín hiệu dùng cho UE của MTC có vùng phủ sóng rộng hơn so với tín hiệu dùng cho UE thông thường (dưới đây, UE kế thừa).

Khi đánh giá việc sử dụng UE của MTC, rất có khả năng là UE của MTC cần tín hiệu có vùng phủ sóng rộng hơn so với UE kế thừa. Do đó, nếu eNB truyền

PDCCH, PDSCH, v.v. đến UE của MTC sử dụng cùng một lược đồ với lược đồ của việc truyền PDCCH, PDSCH, v.v. đến UE kế thừa, UE của MTC khó có thể nhận PDCCH, PDSCH, v.v.. Do đó, sáng chế đề xuất rằng eNB áp dụng lược đồ tăng cường vùng phủ sóng như nhận khung con (nhận khung con với tín hiệu) hoặc bó khung con khi truyền tín hiệu đến UE của MTC có vấn đề vùng phủ sóng sao cho UE của MTC có thể nhận một cách hiệu quả tín hiệu được truyền bởi eNB. Ví dụ, PDCCH và/hoặc PDSCH có thể được truyền đến UE của MTC có vấn đề vùng phủ sóng qua nhiều (ví dụ, khoảng 100) khung con.

.7 minh họa dải tín hiệu làm ví dụ dùng cho MTC.

Như là một phương pháp làm giảm chi phí của UE của MTC, UE của MTC có thể hoạt động trong, ví dụ, dải thông DL và UL giảm 1,4MHz không quan tâm đến dải thông hệ thống khi ô hoạt động. Trong trường hợp này, dải con (tức là, dải hẹp) trong đó UE của MTC hoạt động có thể luôn được định vị ở tâm của ô (ví dụ, 6 PRB ở tâm) như được thể hiện trên Fig.7(a), hoặc nhiều dải con dùng cho MTC có thể được bố trí trong một khung con để ghép kênh các UE của MTC trong khung con sao cho các UE sử dụng các dải con khác nhau hoặc sử dụng cùng một dải con không phải là dải con bao gồm 6 PRB ở tâm như được thể hiện trên Fig.7(b).

Trong trường hợp này, UE của MTC có thể không nhận bình thường PDCCH kế thừa được truyền qua toàn bộ dải thông hệ thống, và do đó có thể không ưu tiên truyền PDCCH đối với UE của MTC trong vùng ký hiệu OFDM trong đó PDCCH kế thừa được truyền, do vấn đề về ghép kênh với PDCCH được truyền đối với UE khác. Như một phương pháp để giải quyết vấn đề này, việc đưa vào kênh điều khiển được truyền trong dải con trong đó MTC hoạt động đối với UE của MTC được yêu cầu. EPDCCH kế thừa có thể được sử dụng làm kênh điều khiển DL đối với UE của MTC có tính phức tạp thấp như vậy. Theo cách khác, M-PDCCH, là biến thể của EPDCCH kế thừa, có thể được đưa vào đối với UE của MTC.

Kênh dữ liệu (ví dụ, PDSCH hoặc PUSCH) và/hoặc kênh điều khiển (ví dụ, M-PDCCH, PUCCH, hoặc PHICH) có thể được truyền lặp lại qua nhiều khung

con hoặc có thể được truyền nhờ sử dụng lược đồ bó TTI (TTI bundling), để tăng cường vùng phủ sóng (CE) của UE. Ngoài ra, đối với CE, kênh điều khiển/kênh dữ liệu có thể được truyền nhờ sử dụng lược đồ như việc ước lượng kênh chéo khung con hoặc nhảy tần số (dải hẹp). Ở đây, việc ước lượng kênh chéo khung con liên quan đến phương pháp ước lượng kênh sử dụng không chỉ RS trong khung con trong đó kênh tương ứng có mặt mà còn cả RS trong (các) khung con lân cận.

UE của MTC có thể đòi hỏi CE lên đến, ví dụ, 15 dB. Tuy nhiên, tất cả các UE của MTC không phải luôn ở trong môi trường đòi hỏi CE, cũng không phải là các yêu cầu chất lượng dịch vụ (quality of service - QoS) của tất cả các UE của MTC. Ví dụ, các thiết bị như bộ cảm biến và dụng cụ đo có tính lưu động hạn chế và lượng truyền và nhận dữ liệu nhỏ và rất có khả năng được đặt ở khu vực bị che, do đó đòi hỏi CE cao. Tuy nhiên, các thiết bị mang được như đồng hồ thông minh v.v. có thể có tính lưu động cao hơn và lượng truyền và nhận dữ liệu tương đối lớn và rất có khả năng được đặt ở khu vực không bị che. Do đó, tất cả các UE của MTC không nhất thiết phải cần CE ở mức cao và các khả năng được yêu cầu của CE có thể khác nhau theo loại của các UE của MTC.

Trong các phương án của sáng chế, mà sẽ được mô tả dưới đây, “giả sử” có thể có nghĩa là một thực thể truyền kênh truyền kênh để so khớp “sự giả định” tương ứng hoặc một thực thể nhận kênh nhận hoặc giải mã kênh dưới dạng so khớp “sự giả định” với tiền đề là kênh đã được truyền để so khớp “sự giả định”.

Ô LTE hoạt động trong dải thông tối thiểu là 6 RB. Để giảm thêm chi phí của UE của MTC, môi trường trong đó MTC hoạt động qua dải thông hẹp vào khoảng 200kHz có thể được xem xét. UE của MTC này, tức là, UE của MTC có khả năng hoạt động chỉ trong dải thông hẹp, cũng có thể hoạt động tương thích ngược trong ô kế thừa có dải thông rộng hơn so với 200 kHz. Dải tần số sạch trong đó ô kế thừa không có mặt có thể được triển khai chỉ cho UE này của MTC.

Theo sáng chế, hệ thống hoạt động qua dải hẹp nhỏ là một PRB hoặc khoảng như vậy trong ô kế thừa có dải thông rộng hơn so với 200 kHz được gọi là mạng lưới thiết bị kết nối Internet (Internet of things - IoT) dải hẹp (NB) nội dải và hệ thống hoạt động qua NB nhỏ của một PRB hoặc khoảng như vậy đối với UE

của MTC trong dải tần số sạch trong đó ô kế thừa không có mặt được gọi là NB IoT độc lập.

IoT liên quan đến sự liên kết mạng của các thiết bị vật lý, các thiết bị được nối, các thiết bị thông minh, tòa nhà, và các loại khác có phần điện tử, phần mềm, bộ cảm biến, cơ cấu chấp hành, và kết nối mạng, mà cho phép các đối tượng này thu thập và trao đổi dữ liệu. Nói cách khác, IoT liên quan đến mạng của các đối tượng vật lý, máy, người, và các thiết bị khác, để cho phép kết nối và truyền thông để trao đổi dữ liệu đối với các ứng dụng và các dịch vụ. IoT cho phép các đối tượng được nhận biết và điều khiển từ xa qua cơ sở hạ tầng mạng sẵn có, nhờ đó tạo cơ hội cho sự tích hợp trực tiếp hơn thế giới vật lý vào thế giới số và dẫn đến hiệu quả, độ chính xác, và các lợi ích kinh tế được nâng cao. Cụ thể, IoT sử dụng kỹ thuật 3GPP được gọi IoT dạng ô (cellular IoT - CIoT).

NB-IoT cho phép truy cập vào các dịch vụ mạng qua E-UTRA với dải thông kênh hạn chế là 180kHz. NB-IoT có thể được xem xét là IoT hoạt động ở các đơn vị là một PRB.

Dưới đây, tài nguyên radio có kích thước là một RB hoạt động như là NB-IoT sẽ được gọi là ô NB-IoT hay ô NB-LTE và hệ thống hỗ trợ ô NB-IoT hoạt động trong một RB sẽ được gọi là hệ thống NB-IoT hay hệ thống NB-LTE.

Ngoài ra, dưới đây, tài nguyên radio LTE mà việc truyền thông xảy ra trên đó theo hệ thống LTE sẽ được gọi là ô LTE và tài nguyên radio GSM mà việc truyền thông xảy ra trên đó theo hệ thống GSM sẽ được gọi là ô GSM. Ô NB IoT nội dải có thể hoạt động trong dải thông 200 kHz (xem xét dải bảo vệ) hoặc dải thông 180kHz (không xem xét dải bảo vệ), trong dải hệ thống của ô LTE.

Sáng chế đề xuất phương pháp cung cấp, bởi eNB, dịch vụ cho thiết bị NB có khả năng NB RF trong khi đang phục vụ UE có khả năng RF dải rộng trong hệ thống dải rộng. Ở đây, dải rộng là dải có tần số tối thiểu là 1,4MHz.

Sáng chế đề xuất phương pháp nhận, bởi thiết bị NB có khả năng NB RF, dịch vụ sử dụng khả năng RF giới hạn của thiết bị NB trong khi tối thiểu hóa tác động lên các UE dải rộng trong hệ thống LTE dải rộng. Dưới đây, UE hỗ trợ NB-IoT theo sáng chế sẽ được gọi là NB-IoT UE hoặc NB-LTE UE.

Phương pháp quản lý riêng rẽ tần số dùng cho truy cập ban đầu và tần số dùng cho việc truyền/nhận kênh dữ liệu và điều khiển khác với truy cập ban đầu được đề xuất.

Dưới đây, các đề xuất của sáng chế sẽ được mô tả tập trung vào NB-LTE UE. Cần lưu ý rằng các đề xuất của sáng chế được mô tả dưới đây có thể áp dụng được cho các UE hoạt động trong dải thông (BW) nhỏ thông thường cũng như NB-IoT UE.

Trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa, tín hiệu và thông tin hệ thống dùng cho truy cập ban đầu như PSS/SSS/PBCH được truyền trong 6 RB (ví dụ, 1,4MHz), mà được định vị ở tâm của dải kênh, không quan tâm đến dải truyền dữ liệu thực tế của eNB. Sau khi nhận PSS/SSS/PBCH, UE có thể nhận biết thông tin như UL/DL sự định thời của ô tương ứng, BW, áp dụng FDD hay TDD, số khung hệ thống (SFN), kích thước CP (CP mở rộng hay CP bình thường), và PCFICH. Sau khi giải mã thành công PSS/SSS/PBCH nhận được và hoàn thành thành công thủ tục truy cập ngẫu nhiên, UE có thể xác định rằng UE đã truy cập thành công ô tương ứng và sau đó truyền/nhận dữ liệu UL/DL trên ô tương ứng mong muốn. Do NB-LTE UE có khả năng NB RF là 200 kHz không thể nhận 6 RB, nên NB-LTE UE thậm chí không thể thực hiện truy cập ban đầu trong hệ thống LTE/LTE-A kế thừa. Do đó, SS bổ sung và thông tin hệ thống cần được truyền trong dải có BW là một RB tương ứng với khả năng RF của NB-LTE UE. Để tối thiểu hóa tác động lên hệ thống kế thừa và tạo thuận tiện cho hoạt động, sáng chế đề xuất vận hành sóng mang mà trên đó SS và thông tin hệ thống dùng cho truy cập ban đầu được truyền (dưới đây, sóng mang neo (anchor carrier)) và sóng mang dùng cho dịch vụ dữ liệu thực (dưới đây, sóng mang dữ liệu). NB-LTE UE có thể thực hiện truy cập ban đầu qua sóng mang neo và nhận dịch vụ dữ liệu trên sóng mang dữ liệu được chỉ báo bởi sóng mang neo.

Dưới đây, phương pháp vận hành hệ thống NB-IoT (cũng được gọi là hệ thống NB-LTE) sử dụng sóng mang neo NB và sóng mang dữ liệu NB cùng với hệ thống LTE trong dải LTE sẽ được mô tả chi tiết hơn. Cụ thể, lược đồ hoạt động của sóng mang neo/dữ liệu NB mà trên đó hệ thống NB-IoT và hệ thống LTE cùng

tồn tại trong dải LTE, thông tin báo hiệu mà sẽ được truyền đến LTE-NB UE trên sóng mang tương ứng, và hoạt động của UE sẽ được mô tả chi tiết hơn. Hệ thống NB-LTE hoạt động trong dải hệ thống LTE dải rộng kế thừa và cần được thiết kế để cùng tồn tại với hệ thống LTE trong cùng một dải trong khi tối thiểu hóa tác động lên eNB kế thừa và UE kế thừa.

Khi thử thực hiện truy cập ban đầu vào hệ thống LTE, trước tiên, UE nhận SS mà eNB truyền định kỳ. Trong hệ thống LTE, eNB truyền PSS/SSS qua 6 RB trung tâm (tức là, 1,08MHz) của dải hệ thống. Mặc dù PSS/SSS được truyền qua 6 RB, tần số trung tâm của 6 RB trong đó PSS/SSS có mặt sẽ được đặt ở tần số tương ứng với bội số của 100kHz. UE thực hiện việc tìm kiếm ô tìm kiếm SS của PSS/SSS của eNB trong các tần số trung tâm tương ứng với bội số của 100kHz với đơn vị là 100kHz. Điều này có nghĩa là, để tạo thuận lợi cho việc tìm kiếm ô ban đầu của UE, tần số trung tâm DL của hệ thống LTE chỉ có thể được đặt trong các bội số của 100kHz trong tất cả các dải tần số sẵn có. Điều này được gọi là bước tần số (frequency raster) hoặc bước kênh (channel raster). Nếu bước kênh của UE là 100kHz, thì UE thử phát hiện SS trong mỗi 100kHz trong dải tần số đã cho. Ví dụ, nếu bước kênh được xác định là 100kHz, thì tần số trung tâm có thể được đặt chỉ ở tần số sau đây.

Phương trình 11

$$F_c = F_o + m \cdot 100kHz$$

Ở đây, m là số nguyên và F_c là tần số trung tâm. F_o có thể là tần số trong đó dải tần số trong đó hoạt động của hệ thống LTE được cho phép được bắt đầu hoặc tần số tham chiếu mà được sử dụng bởi UE khi UE bắt đầu tìm kiếm tần số trung tâm trong dải tần số trong đó hoạt động của hệ thống LTE được cho phép. Theo cách khác, F_o có thể là tần số giữa của hệ thống LTE, tức là, tần số giữa của hệ thống EUTRA. Nếu bước kênh được xác định là 100kHz, thì tần số trung tâm có thể được đặt chỉ ở đơn vị là 100kHz. Theo phương trình 11, UE thực hiện tìm kiếm SS chỉ ở đơn vị là mỗi 100kHz bắt đầu từ tần số riêng F_o và giả sử rằng tần số trong đó SS của hệ thống có thể được truyền có mặt chỉ ở đơn vị là 100kHz bắt đầu từ F_o .

Bước kênh của hệ thống LTE kế thừa là 100kHz. Do đó, có thể xem xét được rằng bước kênh là 100kHz được duy trì ngay cả trong hệ thống NB-LTE. Để tối thiểu hóa tác động lên hệ thống LTE kế thừa, việc duy trì khoảng cách sóng mang con là 15kHz được sử dụng trong hệ thống LTE kế thừa có thể được đánh giá trong hệ thống NB-IoT. Các sự đánh giá này có thể có hiệu quả cụ thể khi hệ thống NB-IoT hoạt động trong một dải của hệ thống LTE, tức là, nội dải. Trong trường hợp này, nếu hệ thống NB-IoT hoạt động trong dải bảo vệ của hệ thống LTE hoặc dải cách xa (các) dải được sử dụng trong hệ thống LTE, các khoảng cách sóng mang con không phải là 15kHz có thể được sử dụng để cung cấp dịch vụ cho nhiều UE hơn trong NB.

Dưới đây, kênh có mục đích tương tự hoặc giống hệt với kênh được truyền trong hệ thống LTE dải rộng kế thừa sẽ được mô tả bằng cách bổ sung “n” ở trước tên của kênh kế thừa để phân biệt kênh này với kênh được truyền trong hệ thống LTE kế thừa. Ví dụ, SS được truyền đối với hệ thống NB-LTE sẽ được gọi là nSS. nSS có thể được truyền bằng cách chia nSS thành nPSS và nSSS theo cách tương tự như hệ thống LTE hoặc có thể được truyền dưới dạng một nSS mà không cần phân biệt giữa nPSS và nSSS. Tương tự, trong trường hợp PBCH mà là không thể thiếu cho việc tìm kiếm ô ban đầu, PBCH được truyền trong hệ thống NB-LTE sẽ được gọi là nPBCH. Mục đích và các nội dung truyền của nPSS/nSSS/nPBCH cơ sở tương tự như trong hệ thống LTE.

Dải truyền của nSS trong hệ thống NB-LTE bị hạn chế các khả năng RF của NB-LTE UE. Điều này có nghĩa là, dải truyền của nSS không thể được truyền trong một dải rộng hơn so với dải được xác định bởi các khả năng RF của NB-LTE UE. nSS sẽ được truyền trong một dải bằng hoặc hẹp hơn dải được xác định bởi các khả năng RF của NB-LTE UE sao cho NB-LTE UE có thể nhận một cách tất yếu nSS. Để thuận tiện cho việc mô tả, các đề xuất của sáng chế được mô tả nhờ lấy ví dụ trong đó các khả năng RF của NB-LTE UE hỗ trợ 200 kHz. Tuy nhiên, các đề xuất được mô tả của sáng chế không bị giới hạn ở hệ thống NB-LTE có BW là 200 kHz.

Do các khả năng RF của NB-LTE UE hỗ trợ 200 kHz, nên nSS cũng cần

được truyền trong 200 kHz. Khi xét đến bước kênh là 100kHz, điều được ưu tiên là tần số trung tâm của dải trong đó nSS được truyền luôn là bội số của 100kHz. Xét đến dải bảo vệ trong khi truyền tín hiệu DL, thời khoảng có ý nghĩa trong đó thông tin được truyền trong hệ thống NB-LTE có thể là 180kHz. 180kHz là dải tần số có trong một PRB được xác định trong hệ thống LTE hiện nay và bao gồm 12 sóng mang con khi khoảng cách sóng mang con là 15kHz được đánh giá. Các vị trí mà tại đó nSS có thể được truyền là rất hạn chế với tiền đề là hệ thống NB-LTE cùng tồn tại với hệ thống LTE và bước kênh của UE được duy trì ở 100kHz.

Bảng sau đây thể hiện BW kênh được hỗ trợ bởi hệ thống LTE và số lượng RB, N_{RB} , trên một BW kênh. Điều này có nghĩa là, bảng sau đây thể hiện cấu hình BW truyền N_{RB} trong các BW kênh E-UTRA.

Bảng 7

Dải thông kênh $BW_{channel}$ [MHz]	1,4	3	5	10	15	20
Cấu hình dải thông truyền N_{RB}	6	15	25	50	75	100

Hệ thống LTE hỗ trợ 1,4, 3, 5, 10, 15, và 20MHz như được thể hiện trong bảng 7 và mỗi dải có thể được xác định là số lượng PRB của dải thông là 180kHz.

Bảng sau đây thể hiện kích thước của một dải, trên một BW kênh của hệ thống LTE, trong đó thông được mang thực tế, và kích thước của dải bảo vệ trong đó thông tin không được mang thực thể trong BW kênh tương ứng.

Bảng 8

Dải thông kênh	Số lượng RB	Dải bảo vệ	Dải bảo vệ/2
1,4MHz	6 RB = 1080 kHz	320 kHz	160 kHz
3 MHz	15 RBs = 2700 kHz	300 kHz	150 kHz
5MHz	25 RBs = 4500 kHz	500 kHz	250 kHz
10 MHz	50 RBs = 9000 kHz	1000 kHz	400 kHz
15MHz	75 RBs = 13500 kHz	1500 kHz	750 kHz
20MHz	100 RBs = 18000 kHz	2000 kHz	1000 kHz

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11 minh họa các ứng viên sóng mang neo theo

BW kênh LTE. Cụ thể là, Fig.8 minh họa vị trí của ứng viên sóng mang neo mà trên đó nSS có thể có mặt trong dải LTE là 5MHz, Fig.9 minh họa vị trí của ứng viên sóng mang neo mà trên đó nSS có thể có mặt trong dải LTE 10MHz, Fig.10 minh họa vị trí của ứng viên sóng mang neo mà trên đó nSS có thể có mặt ở dải LTE 15MHz, và Fig.11 minh họa vị trí của ứng viên sóng mang neo mà trên đó nSS có thể có mặt trong dải LTE 20MHz. Trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11, nSS có thể được truyền chỉ ở (các) vị trí tần số được biểu thị là các ứng viên sóng mang nSS.

Dải bao gồm các RB số lẻ như 5MHz hoặc 15MHz bao gồm tần số trung tâm của sóng mang neo ở vị trí là bội số của 900kHz từ tần số trung tâm của nó.

Trên Fig.8, dải 180MHz đáp ứng bước kênh là 100kHz và khoảng cách sóng mang con là 15kHz trong một dải 5MHz bị hạn chế, như được minh họa trên Fig.8, ở tổng cộng 3 vị trí bao gồm một RB trung tâm là 5MHz và hai RB, mỗi RB có trong dải bảo vệ được đặt tại mỗi trong số cả hai mép của dải 5MHz. Tương tự, trên Fig.10, trong một dải 15MHz, tổng cộng 11 PRB có thể tương ứng với các ứng viên sóng mang neo.

Trong dải LTE có kích thước riêng, cụ thể là, trong hệ thống có BW kênh LTE bao gồm các RB số chẵn, khó có thể tìm ra PRB, mà so khớp với việc ánh xạ PRB của hệ thống kế thừa trong một nội dải và có khả năng truyền nSS đáp ứng bước kênh 100kHz trong khi vẫn duy trì khoảng cách sóng mang con 15kHz. Ví dụ, trên Fig.9, trong một dải 10MHz, tổng cộng hai PRB có thể tương ứng với các ứng viên sóng mang neo. Trên Fig.11, trong một dải 20MHz, tổng cộng 6 PRB có thể tương ứng với các ứng viên sóng mang neo. Nếu có một số ứng viên sóng mang con neo như được mô tả trên đây, có thể xem xét được rằng nSS của NB-LTE được truyền trên 2 PRB của sóng mang kế thừa. Tuy nhiên, cấu hình như vậy có thiếu sót về việc sử dụng nhiều RB hơn cần thiết. Nếu nSS được truyền nội dải, do eNB cũng sẽ hỗ trợ đồng thời một UE kế thừa khác, nên mức độ mà eNB có thể áp dụng việc tăng công suất vào nSS có thể bị hạn chế và công suất giới hạn sẽ được giả định để truyền nSS. Tình huống như vậy có thể dẫn đến độ trễ và giảm sút khả năng phát hiện ô khi NB-LTE UE thực hiện việc thu nhận ô ban đầu. Để cải thiện

tình huống nêu trên, sáng chế đề xuất việc truyền nSS trong dải bảo vệ ngay cả khi NB-IoT được phục vụ nội dải. Ví dụ, sóng mang neo mà trên đó nSS được truyền và sóng mang dữ liệu được sử dụng để truyền/nhận dữ liệu sau khi việc truy cập ban đầu có thể được hoạt động riêng rẽ. Trong trường hợp này, theo một số phương án của sáng chế, “dữ liệu” trong “sóng mang dữ liệu” có thể chỉ báo chung thông tin điều khiển và thông tin hệ thống sau khi đồng bộ hóa cũng như kênh dữ liệu như PDSCH/PUSCH.

Fig.12 minh họa trạng thái và sự chuyển tiếp của UE theo sáng chế.

Sóng mang neo truyền thông tin hệ thống cơ sở đối với việc thực hiện truy cập ban đầu của NB-LTE UE trên sóng mang neo (S901) và thông tin về sóng mang mà trên đó các kênh không phải là nSS/nPBCH được truyền, tức là, thông tin về sóng mang dữ liệu. Theo một phương án của sáng chế, sóng mang neo có thể được sử dụng để truyền nSS/nPBCH nhưng sóng mang dữ liệu không được sử dụng để truyền nSS/nPBCH.

Trên Fig.11, NB-LTE UE có thể giám sát RF của nó theo sóng mang neo (S901) và, khi cần, giám sát RF theo sóng mang dữ liệu (S903).

Trên nPBCH chuyên dụng cho việc truyền thông tin hệ thống, thông tin hệ thống của sóng mang neo và thông tin hệ thống của sóng mang dữ liệu có thể được truyền. Ví dụ, thông tin hệ thống của sóng mang neo có thể bao gồm số lượng cổng anten, ID ô, và/hoặc số khung hệ thống (SFN) trên sóng mang neo. Thông tin hệ thống của sóng mang dữ liệu sẽ được mô tả sau đây. Thông tin về sóng mang dữ liệu được truyền trên sóng mang neo có thể được truyền trên nPBCH. Theo cách khác, thay vì truyền thông tin về sóng mang dữ liệu trên nPBCH, kênh bổ sung có thể được thiết lập để mang thông tin về sóng mang dữ liệu.

NB-LTE UE nhận nSS trên sóng mang neo ban đầu để điều chỉnh sự đồng bộ hóa với eNB, thu nhận thông tin hệ thống về sóng mang neo ban đầu sử dụng nPBCH, nhận thông tin về sóng mang dữ liệu, và sau đó đi đến sóng mang dữ liệu (T902) để truyền/nhận dữ liệu và kênh điều khiển. Sóng mang neo về cơ bản cung cấp thông tin về vị trí của sóng mang dữ liệu dưới dạng thông tin về sóng mang dữ liệu.

Mối liên hệ giữa sóng mang neo và sóng mang dữ liệu có thể bao gồm các trường hợp sau đây (nhưng không loại trừ các trường hợp khác).

- Sóng mang neo trong dải bảo vệ + cùng một bộ khuếch đại công suất (PA) – sóng mang dữ liệu trong nội dải: Khi cùng một PA được sử dụng cho sóng mang neo và sóng mang dữ liệu, thì có thể giả định rằng ID ô, SFN, v.v. được dùng chung giữa sóng mang neo và sóng mang dữ liệu và có thể giả định rằng các giá trị bám sát thời gian/tần số là bằng nhau. Điều này có nghĩa là, khi cùng một PA được sử dụng cho sóng mang neo và sóng mang dữ liệu, cùng một ID ô và cùng một SFN được sử dụng cho sóng mang neo và sóng mang dữ liệu. Nếu khoảng cách tần số giữa nội dải và dải bảo vệ là không rộng, thì có thể giả định rằng các giá trị bám sát thời gian/tần số là bằng nhau. Sóng mang dữ liệu trong nội dải có thể có ID ô và/hoặc SFN của LTE.

- Sóng mang neo trong dải bảo vệ + PA khác nhau – sóng mang dữ liệu trong nội dải: Nếu các PA khác nhau được sử dụng cho sóng mang neo và sóng mang dữ liệu, các ID ô, các SFN, v.v. trong sóng mang neo và sóng mang dữ liệu có thể khác nhau. Nếu các PA khác nhau được sử dụng cho sóng mang neo và sóng mang dữ liệu, ID ô và SFN của sóng mang dữ liệu có thể được truyền trên sóng mang neo. Sóng mang dữ liệu trong nội dải có thể có ID ô và/hoặc SFN của LTE và sóng mang neo trong dải bảo vệ có thể có ID ô và/hoặc SFN khác với ID ô và/hoặc SFN của LTE. Nếu khoảng cách tần số giữa nội dải và dải bảo vệ là không rộng, thì có thể giả định rằng các giá trị bám sát thời gian/tần số là bằng nhau. Nếu khoảng cách tần số giữa nội dải và dải bảo vệ là rộng, thì có thể mong muốn rằng các giá trị bám sát của sóng mang dữ liệu và sóng mang neo là khác nhau. Trong trường hợp này, do việc bám sát thời gian/tần số đối với sóng mang dữ liệu cần được thực hiện mới, nên giá trị độ dịch đối với chỉ số khung/khung con trong đó nSS của sóng mang dữ liệu được truyền có thể được truyền qua sóng mang neo. Thông tin về sự chênh lệch về công suất truyền giữa sóng mang neo và sóng mang dữ liệu hoặc giá trị của công suất truyền của sóng mang dữ liệu cũng có thể được truyền qua sóng mang neo.

- Sóng mang neo trong dải bảo vệ + sóng mang dữ liệu trong dải bảo vệ:

Trong trường hợp này, cùng một PA hoặc các PA khác nhau có thể được giả định. Để phân biệt giữa trường hợp trong đó cùng một PA được sử dụng và trường hợp trong đó các PA khác nhau được sử dụng, thông tin về việc liệu NB-LTE UE có thể giả định cùng một PA (hoặc cùng một ID ô, cùng một SFN, v.v.) hay không có thể được truyền bổ sung.

- Sóng mang neo trong nội dải + sóng mang dữ liệu trong dải bảo vệ: Nếu mong muốn sử dụng dải bảo vệ và nội dải mà chúng liền kề nhau, thì eNB có thể tạo cấu hình sóng mang neo trong nội dải và thông báo cho các NB-LTE UE về độ dịch tần số của sóng mang của dải bảo vệ.

- Sóng mang neo trong nội dải + sóng mang dữ liệu trong nội dải: Trong trường hợp này, cùng một PA hoặc các PA khác nhau có thể được giả định. Để phân biệt giữa trường hợp trong đó cùng một PA được sử dụng và trường hợp trong đó các PA khác nhau được sử dụng, thông tin về việc liệu NB-LTE UE có thể giả định cùng một PA (hoặc cùng một ID ô, cùng một SFN, v.v.) hay không có thể được truyền bổ sung.

Cụ thể, nếu sóng mang neo được hoạt động trong dải bảo vệ, hệ thống NB-LTE có thể được hoạt động trong nội dải và dải bảo vệ, không quan tâm đến hệ thống LTE dải thông. Trong dải bảo vệ hoặc dải không phải là dải hệ thống LTE, do không có hạn chế về các tín hiệu vật lý (ví dụ, vùng PDCCH, PSS/SSS, tài nguyên PBCH, v.v.) của hệ thống LTE, xung đột giữa tín hiệu NB-IoT và các tín hiệu vật lý của hệ thống LTE có thể không được xem xét. Ví dụ, nếu sóng mang neo được tạo cấu hình trong dải bảo vệ và sóng mang dữ liệu được tạo cấu hình để hoạt động trong PRB trừ 6 PRB trung tâm trong đó PSS/SSS và PBCH được chiếm, eNB có thể cung cấp dịch vụ dữ liệu cho NB-LTE UE trên sóng mang dữ liệu mà không xem xét xung đột giữa PSS/SSS/PBCH và nSS và NB-LTE UE có thể truyền/nhận dữ liệu của nó trên sóng mang dữ liệu mà không xem xét sự có mặt của PSS/SSS/PBCH.

NB-LTE UE có thể thu nhận thông tin về sóng mang dữ liệu sau khi tạo sự liên kết bằng cách truy cập một sóng mang neo hoặc thu nhận thông tin về sóng mang dữ liệu qua thông tin hệ thống của sóng mang neo. Ví dụ, thông tin về sóng

mang dữ liệu có thể được đại diện dưới dạng danh sách các tần số của sóng mang dữ liệu. Vị trí của sóng mang dữ liệu có thể được đại diện dưới dạng khe hở giữa tần số trung tâm của sóng mang neo và tần số trung tâm của sóng mang dữ liệu. Có thể có một hoặc nhiều sóng mang dữ liệu. Trong trường hợp này, thông tin cần thiết để truyền thông trên sóng mang dữ liệu tương ứng đối với mỗi sóng mang dữ liệu có thể được truyền. Ví dụ, thông tin về (các) sóng mang dữ liệu có thể được truyền dưới dạng $\text{Data_carrier} = \{\text{nData_carrier_1}, \text{nData_carrier_2}, \text{nData_carrier_3}, \dots\}$ và thông tin cần thiết để nhận dữ liệu và các kênh khác đối với mỗi sóng mang dữ liệu có thể được truyền. eNB có thể tạo cấu hình các sóng mang DL và các sóng mang UL. Một sóng mang dữ liệu có thể bao gồm một sóng mang UL và một sóng mang DL. Ví dụ, eNB có thể truyền thông tin sóng mang dữ liệu bao gồm thông tin chỉ báo sóng mang DL dữ liệu ($\text{nData_downlink_carrier}$) đối với NB-IoT và thông tin chỉ báo sóng mang UL dữ liệu ($\text{nData_uplink_carrier}$) đối với NB-IoT (ví dụ, $\text{Data_Data_carrier_1} = \{\text{nData_downlink_carrier_1}, \text{nData_uplink_carrier_1}\}$). Nếu các sóng mang dữ liệu được tạo cấu hình, sóng mang UL và sóng mang DL có thể được tạo cấu hình riêng rẽ. Ví dụ, thông tin về sóng mang dữ liệu $\text{Data_Carrier} = \{\text{nData_downlink_carrier_1}, \text{nData_downlink_carrier_2}, \text{nData_downlink_carrier_3}, \text{nData_uplink_carrier_1}, \text{nData_uplink_carrier_2}\}$ có thể được truyền bởi eNB.

Do đó, việc đồng bộ hóa và thông tin cơ bản có thể được truyền qua việc so khớp tần số bước kênh và danh sách các tần số dùng cho sóng mang NB-LTE bổ sung có thể được cung cấp. Do đó, sóng mang NB-LTE có tần số trung tâm trong tần số không so khớp bước kênh 100kHz có thể được tạo cấu hình.

Nhờ tạo cấu hình sóng mang UL, eNB có thể chỉ báo sóng mang UL bổ sung để truyền kênh truy cập ngẫu nhiên đối với NB-IoT (dưới đây, nRACH). Nếu không có báo hiệu, NB-LTE UE có thể truyền tất cả các nRACH sóng mang UL được tạo cấu hình.

Dưới đây, phương pháp nhận (các) kênh DL bởi NB-IoT UE trên sóng mang neo sẽ được mô tả.

Khi các sóng mang dữ liệu được tạo cấu hình, do NB-LTE UE thường được

thực hiện với chi phí thấp/độ phức tạp thấp, nên nhiều sóng mang dữ liệu không được giám sát đồng thời và chỉ một sóng mang dữ liệu tại một thời điểm có thể được giám sát theo cách tuần tự. Trong trường hợp này, NB-LTE UE có thể di chuyển đến mỗi sóng mang dữ liệu vào khoảng thời gian được chỉ báo bởi eNB hoặc khoảng thời gian định trước để nhận kênh như dữ liệu v.v.. Thông tin về khoảng thời gian mà tại đó NB-LTE UE có thể giám sát sóng mang dữ liệu có thể được cung cấp khi thông tin về sóng mang dữ liệu được cung cấp qua sóng mang neo. Như một phương pháp khác, eNB có thể truyền lệnh chuyển tiếp từ sóng mang dữ liệu tương ứng, trong đó kênh như nPDSCH/nPDCCH được truyền, đến một sóng mang dữ liệu khác. Ví dụ, nếu NB-LTE UE đang nhận nPDCCH/nPDSCH trong nData_Carrier_1, eNB có thể ra lệnh cho NB-LTE UE di chuyển đến nData_carrier_2 trong nPDSCH vào thời điểm cụ thể. Quy trình này có thể được thực hiện hoàn toàn qua việc nhảy tần số giữa nhiều sóng mang dữ liệu. Trong trường hợp này, eNB có thể truyền danh sách các sóng mang (tức là, danh sách các PRB) mà việc nhảy tần số sẽ được thực hiện trên đó.

Trước tiên, NB-LTE UE tìm kiếm sóng mang neo để nhận nSS và thành công khi thực hiện việc truy cập ban đầu bằng cách nhận thành công nSS/nPBCH. Nhờ thành công trong việc nhận nSS trên sóng mang, NB-LTE UE có thể thu nhận ID ô được sử dụng cho việc truyền/nhận tín hiệu trên sóng mang từ nSS. Nhờ thực hiện thành công việc truy cập ban đầu, NB-LTE UE có thể thực hiện hoạt động nhận kênh như dữ liệu sau khi di chuyển đến sóng mang dữ liệu được chỉ báo bởi sóng mang neo. Thông tin về sóng mang dữ liệu được truyền trên sóng mang neo có thể bao gồm vị trí của sóng mang dữ liệu, ví dụ, khe hở giữa tần số trung tâm của sóng mang neo và tần số trung tâm của sóng mang dữ liệu, thông tin so khớp tỷ lệ PDSCH của sóng mang dữ liệu, thông tin CRS trên sóng mang dữ liệu, loại CP (ví dụ, CP bình thường hay CP mở rộng), kiểu cấu trúc khung (ví dụ, TDD hay FDD), số ký hiệu bắt đầu PDSCH, thông tin về SFN, cấu hình TDD UL/DL (xem bảng 1) trong trường hợp TDD, và/hoặc khoảng cách sóng mang con. Thông tin so khớp tỷ lệ PDSCH trên sóng mang dữ liệu có thể bao gồm thông tin về vị trí CRS là ví dụ đại diện tốt nhất. Ví dụ, “PDSCH được so khớp tỷ lệ ở vị trí CRS” có thể

chỉ báo rằng tín hiệu PDSCH không được ánh xạ vào các RE mà trên đó có mặt CRS. Dưới đây, “CRS được so khớp tỷ lệ” chỉ báo rằng eNB không ánh xạ các tín hiệu DL khác (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) vào (các) tài nguyên tần số-thời gian mà trên đó CRS được ánh xạ và chỉ báo rằng UE nhận hoặc giải mã dữ liệu tương ứng với giả định rằng các tín hiệu DL khác không được ánh xạ vào (các) tài nguyên tần số-thời gian mà trên đó CRS được ánh xạ. Điều này có nghĩa là, không giống như hoạt động đánh xuyên để ánh xạ tín hiệu và truyền tín hiệu tại các phần trừ một phần được ánh xạ vào tài nguyên tần số-thời gian tương ứng, không có tín hiệu dữ liệu được ánh xạ đến tài nguyên tần số-thời gian được so khớp tỷ lệ. Do đó, tài nguyên tần số-thời gian được đánh xuyên trong quy trình ánh xạ tài nguyên của tín hiệu được đếm là tài nguyên của tín hiệu nhưng phần tín hiệu được ánh xạ vào tài nguyên tần số-thời gian đánh xuyên không được truyền thực tế. Mặt khác, tài nguyên tần số-thời gian được so khớp tỷ lệ không được đếm là tài nguyên của tín hiệu. Do đó, do tín hiệu PDSCH được so khớp tỷ lệ trên các RE mà trên đó có mặt CRS, eNB không sử dụng (các) RE được sử dụng cho việc truyền CRS để truyền nPDCCH/nPDSCH và UE có thể giả định rằng (các) RE được giả định là được sử dụng cho việc truyền CRS không được sử dụng để truyền nPDCCH/nPDSCH. Thông tin về số lượng các cổng anten CRS và vị trí tần số CRS (tức là, lượng dịch chuyển tần số v_{shift}) trên sóng mang dữ liệu sẽ được truyền. Thông tin tương ứng với lượng dịch chuyển tần số v_{shift} có thể là lượng dịch chuyển tần số v_{shift} được đại diện là một giá trị trong số 0, 1, và 2 hoặc thông tin ID ô được sử dụng để tạo ra chuỗi CRS. Ngoài ra, thông tin chế độ truyền (TM) được sử dụng trong hệ thống LTE dải rộng trên sóng mang dữ liệu và thông tin như CSI-RS có thể được báo hiệu dưới dạng thông tin về sóng mang dữ liệu. Thông tin về vị trí CSI-RS mà NB-LTE UE se so khớp tỷ lệ trên sóng mang dữ liệu cũng có thể được cung cấp.

Để thuận tiện cho hoạt động của hệ thống NB-IoT, loại CP, cấu trúc khung, cấu hình TDD UL/DL, và thông tin khoảng cách sóng mang con, trên sóng mang dữ liệu, có thể được tạo cấu hình để giống với trên sóng mang neo. Trong trường hợp này, NB-LTE UE có thể giả định rằng loại CP, cấu trúc khung, cấu hình TDD UL/DL, và thông tin khoảng cách sóng mang con, trên sóng mang dữ liệu, giống

với trên sóng mang neo. Nếu loại CP, cấu trúc khung, cấu hình TDD UL/DL, và thông tin khoảng cách sóng mang con, trên sóng mang dữ liệu, được xác định là giống với trên sóng mang neo, thì thông tin này có thể không được báo hiệu bổ sung.

Có thể giả định rằng SFN trong hệ thống LTE được căn chỉnh với SFN trong hệ thống NB-LTE. Điều này có nghĩa là, có thể giả định rằng SFN trên sóng mang dữ liệu là bằng SFN trên sóng mang neo. Nếu SFN trên sóng mang dữ liệu không bằng SFN trên sóng mang neo, sự chênh lệch giữa SFN của sóng mang neo và SFN của sóng mang dữ liệu có thể được báo hiệu.

Fig.13 minh họa mối liên hệ giữa CRS (kế thừa) và sóng mang IoT trong dải theo sáng chế.

Các phần mô tả sau đây có thể được xem xét trong các phương án được mô tả trên đây của sáng chế.

Hoạt động nhiều PRB cho phép UE thay đổi từ sóng mang neo sang sóng mang bổ sung, tức là, sóng mang không neo, hoặc từ sóng mang không neo đến sóng mang neo. Ví dụ, UE hoạt động trong nhiều PRB có thể thay đổi sóng mang mà UE giám sát từ sóng mang neo trong nội dải sang sóng mang bổ sung nằm trong dải bảo vệ, từ sóng mang neo trong dải bảo vệ sang sóng mang bổ sung trong nội dải, từ sóng mang neo trong dải bảo vệ sang sóng mang bổ sung trong dải bảo vệ, hoặc từ sóng mang neo trong nội dải sang sóng mang bổ sung trong nội dải. Nếu UE thay đổi sóng mang từ nội dải sang dải bảo vệ, thì có thể chỉ cần chỉ báo rằng PRB bổ sung có mặt trong dải bảo vệ. Nếu UE thay đổi sóng mang sang một sóng mang khác trong nội dải, thì điều cần thiết là làm rõ cách thức chỉ báo các thông số đặc trưng của nội dải trong số các thông số sau đây. eNB cần thông báo cho UE về thông tin về ID ô của PRB trong nội dải và thông tin về CRS. Để đơn giản, thông tin về việc liệu ID ô của PRB nội dải bằng ID ô của PRB trong dải bảo vệ hay nội dải có thể được cung cấp. Ví dụ, khi UE chuyển tiếp từ PRB neo sang PRB nội dải, nếu ID ô của PRB nội dải bằng ID ô của PRB neo, thì UE có thể thu được lượng dịch chuyển tần số v_{shift} dựa trên thông tin tần số (ví dụ, chỉ số PRB, độ dịch từ tần số trung tâm, v.v.) và ID ô. Ngược lại, nếu chúng không bằng nhau, ID

ô của PRB nội dải và các vị trí của các cổng CRS cần bởi UE để thực hiện so khớp tỷ lệ dữ liệu có thể được cung cấp từ PRB neo (tức là, sóng mang neo). Như có thể hiểu được từ Fig.5, phương trình 9, và phương trình 10, do các vị trí của các cổng CRS, tức là, các vị trí của các RE mà trên đó CRS được ánh xạ, trở thành khác nhau theo số lượng cổng CRS và ID ô, thông tin về số lượng cổng CRS và ID ô được áp dụng CRS có thể được cung cấp dưới dạng thông tin so khớp tỷ lệ. Ngoài ra, để nhận PDSCH trong nội dải, UE cần thông tin về vị trí bắt đầu của dữ liệu DL (ví dụ, PDSCH) trong PRB tương ứng trong nội dải và thông tin về số lượng ký hiệu OFDM dùng cho kênh điều khiển DL. Ví dụ, thông tin sau đây có thể được cung cấp.

– Cùng một đặc trưng nhận dạng ô vật lý (PCI) (hoặc thông tin về việc liệu ID ô của PRB trong nội dải có bằng ID ô của PRB neo hay không) (S1310)

> Khi cùng một trường PCI chỉ báo Đúng (S1310, ĐÚNG),

>> Nếu trường này chỉ báo Đúng, thì giả sử rằng ID ô thu được từ sóng mang neo giống như ID ô chủ trong PRB bổ sung trong nội dải, mà tương tự với trường hợp nội dải. Trong trường hợp này, ID ô chủ có thể có nghĩa là ô LTE có PRB trong đó ô NB-IoT hoạt động, tức là, ô EUTRA.

>> Nếu trường này chỉ báo Đúng, thì có thể giả định rằng cùng một số lượng cổng anten với số lượng cổng anten được sử dụng cho RS đối với NB-IoT (dưới đây, NB-RS hoặc NRS) trong PRB neo (dưới đây, các cổng NRS) được sử dụng để truyền CRS kế thừa (S1330). Ví dụ, khi có hai cổng NRS, UE có thể nhận dữ liệu trong PRB tương ứng khi giả định rằng các CRS có mặt ở các vị trí thu được bằng cách áp dụng v_{shift} vào các vị trí của các RE được đại diện là cổng CRS 0 và cổng CRS 1 trên Fig.5.

>> Hơn nữa, nếu trường này chỉ báo Đúng, UE có thể giả định rằng thông tin về NRS trong PRB neo giống như thông tin về CRS của ô chủ. Ý nghĩa của “thông tin về NRS giống như thông tin về CRS của ô chủ” có thể chỉ báo rằng số lượng cổng anten của NRS giống như số lượng cổng anten của CRS và vị trí RE mà tại đó NRS được truyền giống như vị trí RE mà tại đó CRS được truyền. Ngoài ra, UE có thể nhận tín hiệu điều khiển và dữ liệu khi giả định rằng CRS là NRS

trong nội dải tương ứng. Trong trường hợp này, nhờ nhận dữ liệu trong PRB tương ứng, UE có thể so khớp tỷ lệ vị trí CRS RE và sử dụng CRS để nhận/giải điều biến tín hiệu điều khiển và dữ liệu.

>>> Nếu thông tin tần số thu được bởi độ dịch từ tâm, thông tin PRB của CRS có thể bắt nguồn hoàn toàn từ thông tin tần số PRB bổ sung.

> Khi cùng một trường PCI không chỉ báo Đúng (S1310, SAI),

>> Nếu trường này không chỉ báo Đúng, điều cần thiết là làm rõ liệu UE còn có thể giả định cùng một giá trị v_{shift} dựa trên ID ô được tìm kiếm từ PRB neo hay không. Để làm giảm thông tin phụ báo hiệu, cùng một giá trị v_{shift} được giả định và chỉ số lượng cổng anten CRS (dưới đây, các cổng CRS) có thể được chỉ báo (S1350). UE có thể giả định rằng các cổng CRS tương ứng với số lượng cổng CRS được chỉ báo được sử dụng cho việc truyền CRS trong PRB tương ứng và nhận dữ liệu (S1350). Ví dụ, nếu số lượng cổng CRS được chỉ báo là 4, thì UE có thể giả định rằng các CRS có mặt ở các vị trí thu được bằng cách áp dụng v_{shift} vào các vị trí RE được đại diện là các cổng CRS từ 0 đến 3 trên Fig.5 và nhận dữ liệu trong PRB. Nếu số lượng cổng anten CRS không được báo hiệu, UE có thể giả định rằng số lượng cổng CRS tối đa (ví dụ, 4 cổng) được sử dụng để so khớp tỷ lệ dữ liệu.

- Thông tin chỉ báo định dạng điều khiển (control format indicator - CFI) (hay vị trí bắt đầu của PDSCH hoặc nPDCCH được chỉ báo).

> Để làm cho UE nhận kênh điều khiển (ví dụ, nPDCCH) và kênh dữ liệu (ví dụ, nPDSCH) trong PRB dữ liệu của UE, thông tin về thời khoảng ký hiệu trong đó nPDCCH được truyền và thông tin về vị trí ký hiệu mà tại đó việc truyền nPDSCH được bắt đầu có thể được báo hiệu cho UE.

Theo cách khác, thay vì báo hiệu thông tin CRS của LTE trong PRB dữ liệu liên kết ID ô như được mô tả trên đây, CRS kế thừa có thể không được sử dụng trong PRB bổ sung nữa và số lượng cổng anten CRS có thể được tạo cấu hình đối với chỉ UE để thực hiện việc so khớp tỷ lệ. Điều này có nghĩa là, UE có thể giải mã hoặc giải điều biến nPDSCH/nPDCCH dựa trên chỉ NRS mà không cần sử dụng CRS, trong đó UE có thể nhận, giải mã, hoặc giải điều biến nPDSCH/nPDCCH khi

giả định rằng nPDSCH/nPDCCH không được ánh xạ vào (các) RE mà trên đó CRS có mặt. Trong trường hợp này, UE có thể giả định rằng v_{shift} của NRS mà đã được thu nhận từ sóng mang neo và đã được biết đến đối với UE là bằng v_{shift} của CRS trong PRB bổ sung. Điều này có nghĩa là, UE giải mã hoặc giải điều biến nPDSCH/nPDCCH dựa trên chỉ NRS mà không sử dụng CRS, trong đó UE có thể nhận, giải mã, hoặc giải điều biến nPDSCH/nPDCCH khi giả định rằng nPDSCH/nPDCCH không được ánh xạ trên (các) RE mà trên đó có CRS.

Như được đề xuất trên đây, sự thoát tải từ sóng mang neo sang sóng mang dữ liệu có thể được thực hiện nhờ sử dụng một trong số các phương pháp sau đây.

- Phương pháp 1. Phương pháp này đề xuất danh sách (các) tiềm năng qua thông tin hệ thống bổ sung và cho phép UE tìm kiếm một sóng mang khác (trong danh sách).

- Phương pháp 2. Thoát tải rõ ràng. Phương pháp này tạo cấu hình rõ ràng việc nhảy sang sóng mang dữ liệu sau khi liên kết ô.

- Phương pháp 3. Theo phương pháp này, sóng mang neo chỉ cung cấp thông tin hệ thống cần thiết để đặt nSS và (các) sóng mang dữ liệu. Trong trường hợp này, UE không thể tạo thành sự liên kết ô với sóng mang neo và sóng mang neo có thể được giả định là sóng mang chỉ đưa ra thông tin về sóng mang dữ liệu.

Nếu sóng mang neo được sử dụng chỉ để đồng bộ hóa theo phương pháp 3, các SS có thể được truyền liên tục để làm cho UE phát hiện nhanh chóng các SS. Điều này có nghĩa là, lược đồ truyền SS của sóng mang dữ liệu có thể khác với lược đồ truyền SS của sóng mang neo. Trong trường hợp này, nếu UE không thành công khi thực hiện việc phát hiện mò SS theo lược đồ truyền SS của sóng mang neo, UE có thể thực hiện việc phát hiện mò đối với SS trên sóng mang dữ liệu theo lược đồ truyền SS của sóng mang dữ liệu.

Theo cách khác, nếu giả sử rằng phương pháp 3 được sử dụng, UE có thể phát hiện nSS khi giả định rằng CRS hoặc vùng PDCCH kế thừa không có mặt trong khung con trong đó nSS thường có thể có mặt. Hệ thống được mong muốn hỗ trợ IoT trong nội dải có thể ủy thác việc truyền SS qua dải bảo vệ. Với tiền đề là nSS luôn được truyền trong dải bảo vệ, khoảng cách sóng mang con dùng cho việc

truyền SS có thể khác với khoảng cách sóng mang con trong nội dải. Nói cách khác, khoảng cách sóng mang con trong đó nSS được truyền có thể khác với khoảng cách sóng mang con của nội dải. Với tiền đề là nSS luôn được truyền trong dải bảo vệ, khoảng cách sóng mang con dùng cho việc truyền SS có thể khác với khoảng cách sóng mang con trong nội dải. Nói cách khác, khoảng cách sóng mang con trong đó nSS được truyền có thể khác với khoảng cách sóng mang con của nội dải.

Ngoài ra, nếu nSS được truyền trong dải bảo vệ để hỗ trợ trong dải theo (các) phương án của sáng chế, nSS có thể không có mặt trong nội dải và nSS có thể được truyền chỉ trên sóng mang neo. Điều này có nghĩa là, UE có thể giả định rằng nSS chỉ có mặt trên sóng mang neo và không có nSS trên sóng mang dữ liệu trong nội dải. Trong trường hợp này, UE có thể giả định rằng công suất truyền của nSS trong dải bảo vệ giống như công suất truyền của dữ liệu hoặc CRS trong nội dải và rằng SFN/thời gian/tần số trong dải bảo vệ giống như trong nội dải.

Nếu nSS được truyền chỉ trên sóng mang neo của dải bảo vệ, tất cả ký hiệu OFDM trên sóng mang neo có thể được sử dụng để truyền nSS và nSS có thể được truyền trong nhiều khung con.

Để NB-LTE UE di chuyển đến sóng mang dữ liệu và nhận kênh như dữ liệu, eNB sẽ báo hiệu thông tin về RS để nhận kênh dữ liệu và/hoặc kênh điều khiển. Dưới đây, kênh dữ liệu được tạo cấu hình trên sóng mang dữ liệu đối với NB-IoT sẽ được gọi là nPDSCH và kênh điều khiển được tạo cấu hình trên sóng mang dữ liệu đối với NB-IoT sẽ được gọi là nPDCCH. Các RS được sử dụng cho nPDSCH và nPDCCH có thể bao gồm chung CRS và DM-RS (tức là, UE-RS). Khi CRS được sử dụng, eNB có thể thông báo cho UE về thông tin về ID ô được sử dụng cho CRS trên sóng mang dữ liệu. ID ô này có thể giống ID ô được sử dụng cho chuỗi nSS trên sóng mang neo. Nếu ID ô được sử dụng cho CRS trên sóng mang dữ liệu giống như ID ô được sử dụng cho nSS trên sóng mang neo, thì NB-LTE UE có thể sử dụng CRS để nhận nPDSCH hoặc nPDCCH sử dụng ID ô của nSS khi ID ô bổ sung không được báo hiệu. Nếu DM-RS được sử dụng, eNB sẽ thông báo cho UE về thông tin về chuỗi DM-RS.

Nhờ di chuyển đến sóng mang dữ liệu, NB-LTE UE có thể nhận kênh như nPDCCH/nPDSCH của nó trên ký hiệu OFDM sau khi ký hiệu OFDM mà trên đó PDCCH dải rộng được truyền trong dải tương ứng. Nếu ký hiệu bắt đầu PDSCH được chỉ báo bởi sóng mang neo là ký hiệu OFDM n, thì NB-LTE UE có thể nhận kênh như nPDCCH/nPDSCH cho NB-LTE-UE bắt đầu từ ký hiệu OFDM n.

Trong khi giám sát sóng mang dữ liệu trong thời gian định trước, NB-LTE UE nhận kênh như nPDCCH/nPDSCH trên sóng mang dữ liệu quay trở lại sóng mang neo vào thời điểm cụ thể và giám sát sóng mang neo. NB-LTE UE có thể đi đến sóng mang neo theo khoảng thời gian định trước (T_{904}) và giám sát sóng mang neo (S901). Nếu nSS/nPBCH được truyền định kỳ, NB-LTE UE có thể di chuyển đến sóng mang neo để nhận kênh tương ứng trong mỗi thời khoảng trong đó kênh được truyền. Ngoài ra, nếu eNB chỉ báo rằng NB-LTE UE nhận kênh như dữ liệu trên sóng mang dữ liệu sẽ đi đến sóng mang neo để nhận kênh riêng, thì NB-LTE UE sẽ đi đến sóng mang neo. Nhờ khôi phục từ trạng thái nhận gián đoạn (DRX), NB-LTE UE có thể luôn đi đến sóng mang neo (T_{904}), nhận nSS/nPBCH qua sóng mang neo (S901), và sau đó đi đến sóng mang dữ liệu (T_{902}).

Dưới đây, khi vận hành hệ thống NB-LTE sử dụng hai loại sóng mang, tức là, sóng mang neo và sóng mang dữ liệu, theo sáng chế, thông tin hệ thống và các lược đồ truyền sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Sáng chế đã được mô tả giản lược xét đến nSS và nPBCH được truyền chỉ trên sóng mang neo. Phương án khác với phương án trong đó nSS và nPBCH có mặt chỉ trên sóng mang neo có thể được xem xét. Chỉ MIB có thể được truyền trên sóng mang neo và nSS để cập nhật hệ thống một phần có thể được truyền qua kênh bổ sung của sóng mang dữ liệu. Hơn nữa, nSS bổ sung có thể được truyền trên sóng mang dữ liệu. Trong trường hợp này, nSS được truyền trên sóng mang dữ liệu có thể được truyền ít thường xuyên hơn và có thể là SS được sử dụng chỉ nhằm mục đích thu nhận lại sự đồng bộ hóa. nSS được truyền trên sóng mang dữ liệu có thể giống nSS được truyền trên sóng mang neo. Tuy nhiên, để tăng hiệu suất sử dụng tài nguyên, nSS được truyền trên sóng mang dữ liệu có thể được thiết kế khác với nSS được truyền trên sóng mang neo. Ví dụ, nSS được truyền trên sóng mang

neo có thể được truyền riêng rẽ như là hai tín hiệu của nPSS và nSSS và nSS được truyền trên sóng mang dữ liệu có thể được truyền chỉ dưới dạng nPSS hoặc nSSS. Theo cách khác, tín hiệu bổ sung được sử dụng chỉ để thu nhận lại có thể được truyền trên sóng mang dữ liệu.

Nếu nSS và thông tin hệ thống được truyền ngay cả trên sóng mang dữ liệu, việc tìm kiếm ô ban đầu được thực hiện chỉ trên sóng mang neo và NB-LTE UE mà đã được thực hiện thành công truy cập ban đầu sau khi tìm kiếm ô không cần di chuyển đến sóng mang neo nữa. Điều này có nghĩa là, sóng mang mang nSS (được truyền tương đối thường xuyên) và nPBCH dùng cho việc tìm kiếm ô ban đầu được tạo cấu hình và nSS để cập nhật thông tin hệ thống và thu nhận lại trừ việc tìm kiếm ô ban đầu, và dữ liệu khác có thể được truyền trên sóng mang bổ sung.

Sóng mang neo và sóng mang dữ liệu có thể được hoạt động khác nhau theo loại tín hiệu/kênh được truyền/được nhận trên mỗi sóng mang. Dưới đây, lược đồ cơ bản được mô tả trên đây trong đó nSS và nPBCH được truyền trên sóng mang neo và các tín hiệu/các kênh không phải là nSS/nPBCH được truyền trên sóng mang dữ liệu sẽ được thay đổi và lược đồ thay đổi sẽ được áp dụng vào dải hệ thống LTE kế thừa. Dải tần số sử dụng được trong hệ thống NB-LTE theo sáng chế được phân loại thành ba dải, tức là, nội dải được sử dụng bởi hệ thống LTE kế thừa, dải bảo vệ của hệ thống LTE, và dải (ví dụ, dải GSM) mà có thể được hoạt động không quan tâm đến hệ thống LTE trong dải tần số bổ sung khác với dải được sử dụng trong hệ thống LTE. Như được mô tả trên đây, có thể không khả thi, trong nội dải của dải hệ thống LTE riêng, khi tìm kiếm vị trí dải 180kHz đáp ứng khoảng cách sóng mang con là 15kHz và bước 100kHz để truy cập ô ban đầu. Hiện nhiên, vị trí ô NB-IoT trong nội dải của dải hệ thống LTE có thể được tìm kiếm dễ dàng theo dải hệ thống LTE. Để thực hiện một cách nhất quán việc tìm kiếm ô ban đầu không quan tâm đến dải hệ thống, sáng chế đã đề xuất việc vận hành sóng mang neo và sóng mang dữ liệu. Tuy nhiên, nếu có nhiều danh sách sóng mang dữ liệu, thì có thể khó vận hành sóng mang neo và sóng mang dữ liệu. Ví dụ, nếu (các) sóng mang dữ liệu mà có thể được sử dụng bởi NB-LTE UE mà đã thực hiện việc truy cập ban đầu trong sóng mang neo được chỉ báo bởi nPBCH, nPBCH cần mang

thông tin hệ thống chính (ví dụ, MIB) của sóng mang neo và thông tin hệ thống (chính) của (các) sóng mang dữ liệu. Trong trường hợp này, có thể khó truyền cả thông tin hệ thống của sóng mang neo lẫn thông tin hệ thống của (các) sóng mang dữ liệu qua nPBCH. Ngoài ra, khoảng cách sóng mang con được sử dụng trên sóng mang neo có thể khác với khoảng cách sóng mang con được sử dụng trên sóng mang dữ liệu. Để thuận tiện và nhất quán về thiết kế hệ thống, sóng mang neo có thể hoạt động như là sóng mang độc lập trong dải bảo vệ hoặc trong một dải không phải là dải hệ thống LTE. Do đó, chỉ thông tin về nPSS/nSSS và thông tin hệ thống chính để thực hiện chỉ việc truy cập ban đầu có thể được truyền trên sóng mang neo và chỉ vị trí tần số của sóng mang dữ liệu có thể được chỉ báo như là thông tin về sóng mang dữ liệu sao cho lượng thông tin hệ thống được cung cấp qua sóng mang neo có thể được tối thiểu hóa. NB-LTE UE mà đã nhận thông tin như vậy và thành công khi thực hiện việc truy cập ban đầu có thể di chuyển đến sóng mang dữ liệu được báo hiệu và nhận dữ liệu trên sóng mang dữ liệu. Khi có nhiều sóng mang dữ liệu, thì chỉ một số sóng mang dữ liệu cụ thể (ví dụ, số lượng sóng mang DL cụ thể và/hoặc số lượng sóng mang UL cụ thể) trong số các sóng mang dữ liệu có thể được chỉ báo bởi sóng mang neo. Thông tin hệ thống về các sóng mang dữ liệu thực tế được cung cấp qua các sóng mang dữ liệu tương ứng. Ví dụ, các sóng mang dữ liệu có thể được tạo cấu hình đối với hệ thống NB-LTE. Trong số đó, thông tin như nSS để thu nhận lại và thông tin hệ thống cho các sóng mang dữ liệu có thể được truyền trên một số sóng mang dữ liệu và các kênh điều khiển/kênh dữ liệu có thể được truyền trên các sóng mang dữ liệu khác. Nói cách khác, việc truy cập ô ban đầu có thể được thực hiện trên sóng mang neo và (các) sóng mang dữ liệu có thể được chia thành sóng mang IoT mà trên đó thông tin hệ thống về các sóng mang dữ liệu và nSS được truyền với mật độ thấp được truyền và các sóng mang dữ liệu mà trên đó kênh dữ liệu và kênh điều khiển được truyền. Do sóng mang IoT được đặt trong nội dải của hệ thống LTE mặc dù sóng mang IoT thực hiện chức năng đồng bộ hóa một phần, có thể có hạn chế về các vị trí của các RE sẵn có và các ký hiệu sẵn có để tối thiểu hóa nhiễu cho hệ thống LTE. Ngược lại, do sóng mang neo có thể được đặt trong dải bảo vệ và các dải khác, mức độ tự do

được tăng thêm để sử dụng các tài nguyên tần số và thời gian. Thông tin hệ thống và thông tin so khớp tỷ lệ của sóng mang IoT và sóng mang dữ liệu có thể giống nhau. Sóng mang IoT và sóng mang dữ liệu trở thành khác nhau theo việc liệu thông tin hệ thống qua sóng mang tương ứng có được truyền hay không và liệu nSS có được truyền hay không. Khi sóng mang neo chỉ báo sóng mang dữ liệu mà trên đó UE sẽ di chuyển đối với dịch vụ dữ liệu sau khi truy cập ban đầu, chỉ thông tin về sóng mang IoT và thông tin hệ thống cơ sở đối với sóng mang IoT được truyền và NB-LTE UE mà đã di chuyển đến sóng mang IoT có thể nhận thông tin hệ thống về sóng mang dữ liệu và thông tin như mô hình so khớp tỷ lệ qua kênh riêng trên sóng mang IoT. Nhờ khôi phục từ DRX, NB-LTE UE có thể không di chuyển đến sóng mang neo, có thể thực hiện việc thu nhận lại, và có thể di chuyển đến sóng mang dữ liệu riêng sau khi nhận thông tin hệ thống về sóng mang dữ liệu.

Fig.14 là sơ đồ khối minh họa các bộ phận của thiết bị truyền 10 và thiết bị nhận 20 để thực hiện sáng chế.

Thiết bị truyền 10 và thiết bị nhận 20 lần lượt bao gồm các bộ phận tần số radio (RF) 13 và 23 có khả năng truyền và nhận các tín hiệu radio mang thông tin, dữ liệu, các tín hiệu, và/hoặc các tin nhắn, các bộ nhớ 12 và 22 để lưu trữ thông tin liên quan đến việc truyền thông trong hệ thống truyền thông vô tuyến, và các bộ xử lý 11 và 21 được nối hoạt động được với các bộ phận như các bộ phận RF 13 và 23 và các bộ nhớ 12 và 22 để điều khiển các bộ phận này và được tạo cấu hình để điều khiển các bộ nhớ 12 và 22 và/hoặc các bộ phận RF 13 và 23 sao cho thiết bị tương ứng có thể thực hiện ít nhất một trong số các phương án được mô tả trên đây của sáng chế.

Các bộ nhớ 12 và 22 có thể lưu trữ các chương trình để xử lý và điều khiển các bộ xử lý 11 và 21 và có thể lưu trữ tạm thời thông tin vào/ra. Các bộ nhớ 12 và 22 có thể được sử dụng làm các bộ đệm.

Các bộ xử lý 11 và 21 điều khiển chung toàn bộ hoạt động của các mô đun khác nhau trong thiết bị truyền và thiết bị nhận. Đặc biệt, các bộ xử lý 11 và 21 có thể thực hiện các chức năng điều khiển khác nhau để thực hiện sáng chế. Các bộ xử lý 11 và 21 có thể được gọi là các bộ điều khiển, các vi điều khiển, các bộ vi xử

lý, hoặc các máy vi tính. Các bộ xử lý 11 và 21 có thể được thực hiện bằng phần cứng, phần sụn, phần mềm, hoặc sự kết hợp của chúng. Trong cấu hình phần cứng, các mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit - ASIC), các bộ xử lý tín hiệu số (DSP), các thiết bị xử lý tín hiệu số (DSPD), các thiết bị logic lập trình được (PLD), hoặc mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array - FPGA) có thể có trong các bộ xử lý 11 và 21. Trong khi đó, nếu sáng chế được thực hiện nhờ sử dụng phần sụn hoặc phần mềm, phần sụn hoặc phần mềm có thể được tạo cấu hình để bao gồm các môđun, các thủ tục, các hàm, v.v. thực hiện các chức năng hoặc các hoạt động của sáng chế. Phần sụn hoặc phần mềm được tạo cấu hình để thực hiện sáng chế có thể có trong các bộ xử lý 11 và 21 hoặc được lưu trữ trong các bộ nhớ 12 và 22 để được điều khiển bởi các bộ xử lý 11 và 21.

Bộ xử lý 11 của thiết bị truyền 10 thực hiện việc mã hóa và điều biến định trước cho tín hiệu và/hoặc dữ liệu được lập lịch để được truyền ra ngoài bởi bộ xử lý 11 hoặc bộ lập lịch được nối với bộ xử lý 11, và sau đó truyền dữ liệu đã được mã hóa và điều biến đến bộ phận RF 13. Ví dụ, bộ xử lý 11 chuyển đổi luồng dữ liệu cần được truyền thành K lớp thông qua phân kênh, mã hóa kênh, xáo trộn, và điều biến. Luồng dữ liệu được mã hóa cũng được gọi là từ mã và tương đương với khối chuyển tải (transport block) mà là khối dữ liệu được cung cấp bởi lớp MAC. Một khối chuyển tải (TB) được mã hóa thành một từ mã và mỗi từ mã được truyền đến thiết bị nhận dưới dạng một hoặc nhiều lớp. Đối với việc chuyển đổi nâng tần số (frequency up-conversion), bộ phận RF 13 có thể bao gồm bộ tạo dao động. Bộ phận RF 13 có thể bao gồm N_t (trong đó N_t là số nguyên dương) anten truyền.

Quy trình xử lý tín hiệu của thiết bị nhận 20 ngược với quy trình xử lý tín hiệu của thiết bị truyền 10. Theo sự điều khiển của bộ xử lý 21, bộ phận RF 23 của thiết bị nhận 20 nhận các tín hiệu radio được truyền bởi thiết bị truyền 10. Bộ phận RF 23 có thể bao gồm N_r (trong đó N_r là số nguyên dương) anten nhận và chuyển đổi hạ tần số (frequency down-convert) từng tín hiệu được nhận qua các anten nhận thành tín hiệu dải gốc. Bộ xử lý 21 giải mã và giải điều biến các tín hiệu radio được nhận qua các anten nhận và phục hồi dữ liệu mà thiết bị truyền 10 đã dự định

truyền.

Các bộ phận RF 13 và 23 bao gồm một hoặc nhiều anten. Anten thực hiện chức năng để truyền các tín hiệu được xử lý bởi các bộ phận RF 13 và 23 ra bên ngoài hoặc nhận các tín hiệu radio từ bên ngoài để truyền các tín hiệu radio đến các bộ phận RF 13 và 23. Anten cũng có thể được gọi là cổng anten. Mỗi anten có thể tương ứng với một anten vật lý hoặc có thể được tạo cấu hình bởi sự kết hợp của nhiều hơn một phần tử anten vật lý. Tín hiệu được truyền từ mỗi anten không thể được phân giải thêm bởi thiết bị nhận 20. RS được truyền qua anten tương ứng xác định anten từ phía thiết bị nhận 20 và cho phép thiết bị nhận 20 thu được việc ước lượng kênh đối với anten, không kể liệu anten đại diện cho một kênh radio đơn lẻ từ một anten vật lý hoặc một kênh ghép từ nhiều phần tử anten vật lý bao gồm anten này. Điều này có nghĩa là, anten được xác định sao cho kênh mang ký hiệu của anten có thể thu được từ kênh mang một ký hiệu khác của chính anten đó. Bộ phận RF hỗ trợ chức năng MIMO để truyền và nhận dữ liệu nhờ sử dụng nhiều anten có thể được nối với hai hoặc nhiều hơn hai anten.

Theo các phương án của sáng chế, UE hoạt động như là thiết bị truyền 10 trong UL và như là thiết bị nhận 20 trong DL. Theo các phương án của sáng chế, eNB hoạt động như là thiết bị nhận 20 trong UL và như là thiết bị truyền 10 trong DL. Dưới đây, bộ xử lý, bộ phận RF, và bộ nhớ có trong UE sẽ lần lượt được gọi là bộ xử lý của UE, bộ phận RF của UE, và bộ nhớ của UE, và bộ xử lý, bộ phận RF, và bộ nhớ có trong eNB sẽ lần lượt được gọi là bộ xử lý của eNB, bộ phận RF của eNB, và bộ nhớ của eNB.

Bộ xử lý của eNB theo sáng chế có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền nSS/nPBCH trên sóng mang neo theo đề xuất bất kỳ trong số các đề xuất của sáng chế. Bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin về (các) sóng mang dữ liệu (dưới đây, thông tin sóng mang dữ liệu) mà cần được sử dụng để truyền/nhận kênh dữ liệu/kênh điều khiển đối với UE riêng trên sóng mang neo. Bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền kênh điều khiển/kênh dữ liệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) đến UE trên sóng mang bất kỳ trong số (các) sóng mang dữ liệu. Bộ xử lý của eNB có

thể điều khiển bộ phận RF của eNB nhận kênh điều khiển/kênh dữ liệu UL (ví dụ, nPUCCH và/hoặc nPUSCH) từ UE trên sóng mang bất kỳ trong số (các) sóng mang dữ liệu.

Bộ xử lý của UE theo sáng chế có thể điều khiển bộ phận RF của UE để thử nhận nSS/nPBCH trên các sóng mang neo, mỗi sóng mang neo có dải thông kênh là một RB hoặc có thể thử giải mã nSS/nPBCH theo đề xuất bất kỳ trong số các đề xuất của sáng chế. Nhờ thành công trong việc nhận hoặc giải mã nSS/nPBCH, bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận thông tin sóng mang dữ liệu về sóng mang dữ liệu mà sẽ được sử dụng để truyền/nhận kênh điều khiển/kênh dữ liệu của UE trên sóng mang neo tương ứng. Bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận kênh điều khiển/kênh dữ liệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) trên sóng mang bất kỳ trong số (các) sóng mang dữ liệu dựa trên thông tin sóng mang dữ liệu. Bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE truyền kênh điều khiển/kênh dữ liệu UL (ví dụ, nPUCCH và/hoặc nPUSCH) trên sóng mang bất kỳ trong số (các) sóng mang dữ liệu dựa trên thông tin sóng mang dữ liệu.

Bộ xử lý của eNB theo sáng chế có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin về ID ô (dưới đây, ID ô thứ nhất) của sóng mang NB-IoT theo đề xuất bất kỳ trong số các đề xuất của sáng chế. Bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền tín hiệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) trên sóng mang NB-IoT. Sóng mang NB-IoT có thể là, ví dụ, sóng mang hoạt động trong một PRB nằm trong dải kênh của hệ thống LTE. Trong trường hợp này, việc xử lý CRS được truyền trong ô LTE có thể khó giải quyết. Nếu sóng mang NB-IoT hoạt động trong PRB nội dải, thì bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin ID ô chỉ báo ID ô (dưới đây, ID ô thứ hai) được sử dụng cho CRS (kế thừa) trên sóng mang NB-IoT giống hay khác với ID ô thứ nhất.

Nếu ID ô thứ hai giống như ID ô thứ nhất, bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền CRS trên sóng mang NB-IoT qua số lượng cổng anten giống như số lượng cổng anten (dưới đây, các cổng NRS) được sử dụng cho việc truyền NRS.

Nếu ID ô thứ hai khác với ID ô thứ nhất, bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin số lượng cổng CRS chỉ báo số lượng cổng anten (dưới đây, các cổng CRS) được sử dụng cho việc truyền CRS. Số lượng cổng CRS và số lượng cổng NRS có thể bằng nhau hoặc khác nhau. Tuy nhiên, nếu ID ô thứ hai và ID ô thứ nhất khác nhau, do điều này có nghĩa là ID ô được sử dụng để truyền CRS khác với ID ô được sử dụng để truyền NRS, vị trí tài nguyên CRS dùng cho việc so khớp tỷ lệ có thể khác nhau theo ID ô ngay cả khi số lượng cổng CRS giống như số lượng cổng NRS. Do đó, nếu ID ô thứ hai khác với ID ô thứ nhất, thì bộ xử lý của eNB theo sáng chế có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin chỉ báo số lượng cổng CRS đến UE. Bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền CRS trên sóng mang NB-IoT qua các cổng CRS có số lượng tương ứng với thông tin số lượng cổng CRS.

Nhờ truyền CRS trên sóng mang NB-IoT, bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền CRS ở vị trí tần số (xem phương trình 9 và phương trình 10) thu được bằng cách áp dụng lượng dịch chuyển tần số v_{shift} dựa trên ID ô thứ hai. Bộ xử lý của eNB có thể tạo ra NRS dựa trên ID ô thứ hai và điều khiển bộ phận RF của eNB truyền NRS trên sóng mang NB-IoT.

Bộ xử lý của eNB có thể điều khiển bộ phận RF của eNB truyền thông tin sóng mang về sóng mang NB-IoT (dưới đây, sóng mang dữ liệu) trên một sóng mang NB-IoT (dưới đây, sóng mang neo) khác với sóng mang NB-IoT. Thông tin sóng mang có thể bao gồm thông tin chỉ báo ID ô của sóng mang dữ liệu. Ví dụ, ID ô có thể (hoàn toàn) được truyền qua nSS được truyền trên sóng mang neo. Nói cách khác, ID ô được truyền trên sóng mang neo có thể được áp dụng vào sóng mang dữ liệu. Sóng mang dữ liệu có thể là sóng mang không có nSS/nPBCH và sóng mang neo có thể là sóng mang với nSS/nPBCH. Sóng mang neo có thể là sóng mang hoạt động trong PRB nằm trong dải bảo vệ của dải kênh được sử dụng trong hệ thống LTE.

Bộ xử lý của UE theo sáng chế có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận thông tin về ID ô (dưới đây, ID ô thứ nhất) của sóng mang NB-IoT theo đề xuất bất kỳ trong số các đề xuất của sáng chế. Bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận

RF của UE nhận tín hiệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) trên sóng mang NB-IoT. Sóng mang NB-IoT có thể là, ví dụ, sóng mang hoạt động trong một PRB trong dải kênh của hệ thống LTE. Trong trường hợp này, việc xử lý CRS được truyền trong ô LTE có thể khó giải quyết. Nếu sóng mang NB-IoT hoạt động trong PRB nội dải, thì bộ phận RF của UE có thể nhận thông tin ID ô chỉ báo liệu ID ô (dưới đây, ID ô thứ hai) được sử dụng cho CRS (kế thừa) trên sóng mang NB-IoT giống hay khác với ID ô thứ nhất.

Nếu ID ô thứ hai giống như ID ô thứ nhất, thì bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận tín hiệu DL trên sóng mang NB-IoT khi giả định rằng CRS được truyền trên sóng mang NB-IoT qua số lượng cổng anten giống như số lượng cổng anten (dưới đây, các cổng NRS) được sử dụng cho việc truyền NRS. Ví dụ, nếu số lượng cổng NRS là 2, bộ xử lý của UE có thể so khớp tỷ lệ vị trí tài nguyên CRS tương ứng khi giả định rằng CRS được truyền từ các cổng CRS 0 và 2. Nói cách khác, nếu số lượng cổng NRS là 2, bộ xử lý của UE có thể giả định rằng CRS được truyền từ các cổng CRS 0 và 2 và nhận hoặc giải mã tín hiệu DL khi giả định rằng không có tín hiệu DL tương ứng (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) được ánh xạ đến vị trí tài nguyên CRS tương ứng.

Nếu ID ô thứ hai khác với ID ô thứ nhất, thì bộ phận RF của UE có thể nhận thông tin số lượng cổng CRS chỉ báo số lượng cổng anten (dưới đây, các cổng CRS) được sử dụng để truyền CRS. Bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận tín hiệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) trên sóng mang NB-IoT khi giả định rằng CRS được truyền từ các cổng CRS có số lượng cổng tương ứng với thông tin số lượng cổng CRS.

Nhờ nhận CRS trên sóng mang NB-IoT, bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận tín hiệu DL (ví dụ, nPDCCH và/hoặc nPDSCH) trên sóng mang NB-IoT khi giả định rằng CRS được truyền ở vị trí tần số (xem phương trình 9 và phương trình 10) thu được bằng cách áp dụng lượng dịch chuyển tần số V_{shift} dựa trên ID ô thứ hai. Bộ xử lý của UE có thể điều khiển bộ phận RF của UE nhận NRS dựa trên ID ô thứ hai.

Bộ xử lý của UE có thể thu nhận thông tin sóng mang về sóng mang NB-

IoT (dưới đây, sóng mang dữ liệu) trên một sóng mang NB-IoT (dưới đây, sóng mang neo) khác với sóng mang NB-IoT. Thông tin sóng mang có thể bao gồm thông tin chỉ báo ID ô của sóng mang dữ liệu. Ví dụ, ID ô có thể được thu nhận qua nSS được nhận trên sóng mang neo. Bộ xử lý của UE có thể áp dụng ID ô thu nhận được trên sóng mang neo vào sóng mang dữ liệu. Sóng mang dữ liệu có thể là sóng mang không có nSS/nPBCH và sóng mang neo có thể là sóng mang có nSS/nPBCH. Sóng mang neo có thể là sóng mang hoạt động trong một PRB trong dải bảo vệ của dải kênh được sử dụng trong hệ thống LTE.

Như được mô tả trên đây, phần mô tả chi tiết các phương án ưu tiên của sáng chế đã được đưa ra để giúp người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực tiến hành và thực hiện sáng chế. Mặc dù sáng chế đã được mô tả dựa vào các phương án làm ví dụ, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các cải biến và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện đối với sáng chế mà không lệch khỏi mục đích hoặc phạm vi của sáng chế được mô tả trong yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, sáng chế sẽ không bị giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả ở đây, mà nên được chấp nhận phạm vi rộng nhất phù hợp với nguyên lý và các dấu hiệu mới được mô tả ở đây.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Các phương án của sáng chế có thể áp dụng được cho BS, UE, hoặc các thiết bị khác trong hệ thống truyền thông vô tuyến.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nhận tín hiệu đường xuống trong dải hẹp bởi thiết bị người dùng, phương pháp này bao gồm các bước:

thu nhận ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất từ sóng mang thứ nhất;

nhận thông tin sóng mang đối với sóng mang thứ hai; và

nhận dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai dựa trên thông tin sóng mang này và tín hiệu tham chiếu dải hẹp (NB-RS, narrowband reference signal),

trong đó mỗi sóng mang trong số sóng mang thứ nhất và sóng mang thứ hai hoạt động trong một khối tài nguyên (RB-resource block),

trong đó sóng mang thứ nhất là sóng mang mà trên đó tín hiệu đồng bộ hóa dải hẹp (nSS- narrowband synchronization signal) và kênh phát rộng vật lý dải hẹp (nPBCH- narrowband physical broadcast channel) có mặt và sóng mang thứ hai là sóng mang mà trên đó nSS và nPBCH không có mặt,

trong đó NB-RS được nhận dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất,

trong đó thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô mà chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS- cell specific reference signal) trên sóng mang thứ hai có giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất hay không,

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho NB-RS, và

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó vị trí tần số của CRS được xác định dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin

liên quan đến ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) ban đầu dùng cho việc thu nhận dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin sóng mang được nhận trên sóng mang thứ nhất.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sóng mang thứ nhất hoạt động trong một RB nằm trong dải bảo vệ được sử dụng trong hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution - LTE), và sóng mang thứ hai hoạt động trong một RB nằm trong dải kênh được sử dụng trong hệ thống LTE.

6. Phương pháp truyền tín hiệu đường xuống trong dải hẹp bởi trạm cơ sở trong hệ thống truyền thông vô tuyến, phương pháp này bao gồm các bước:

truyền ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất qua sóng mang thứ nhất;

truyền thông tin sóng mang đối với sóng mang thứ hai; và

truyền dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai dựa trên thông tin sóng mang này và tín hiệu tham chiếu dải hẹp (NB-RS),

trong đó mỗi sóng mang trong số sóng mang thứ nhất và sóng mang thứ hai hoạt động trong một khối tài nguyên (RB),

trong đó sóng mang thứ nhất là sóng mang mà trên đó tín hiệu đồng bộ hóa dải hẹp (nSS) và kênh phát rộng vật lý dải hẹp (nPbCH) có mặt và sóng mang thứ hai là sóng mang mà trên đó nSS và nPBCH không có mặt,

trong đó NB-RS được truyền dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, và

trong đó thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) trên sóng mang thứ hai có giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất hay không,

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho NB-RS, và

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng

ô thứ hai được sử dụng cho CRS khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin liên quan đến ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) ban đầu dùng cho việc truyền dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó thông tin sóng mang được truyền trên sóng mang thứ nhất.

9. Thiết bị người dùng để nhận tín hiệu đường xuống trong dải hẹp trong hệ thống truyền thông vô tuyến, thiết bị người dùng này bao gồm,

bộ phận tần số radio (RF-radio frequency), và

bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ phận RF, bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

thu nhận ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất từ sóng mang thứ nhất;

điều khiển bộ phận RF nhận thông tin sóng mang đối với sóng mang thứ hai; và

điều khiển bộ phận RF nhận dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai dựa trên thông tin sóng mang này và tín hiệu tham chiếu dải hẹp (NB-RS), và

trong đó mỗi sóng mang trong số sóng mang thứ nhất và sóng mang thứ hai hoạt động trong một khối tài nguyên (RB),

trong đó sóng mang thứ nhất là sóng mang mà trên đó tín hiệu đồng bộ hóa dải hẹp (nSS) và kênh phát rộng vật lý dải hẹp (nPBCH) có mặt và sóng mang thứ hai là sóng mang mà trên đó nSS và nPBCH không có mặt,

trong đó NB-RS được nhận dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, và

trong đó thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) trên sóng mang thứ hai có giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất hay không,

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho NB-RS, và

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó vị trí tần số của CRS được xác định dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất.

11. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin liên quan đến ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) ban đầu dùng cho việc thu nhận dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai.

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thông tin sóng mang được nhận trên sóng mang thứ nhất.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó sóng mang thứ nhất hoạt động trong một RB nằm trong dải bảo vệ được sử dụng trong hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution - LTE), và sóng mang thứ hai hoạt động trong một RB nằm trong dải kênh được sử dụng trong hệ thống LTE.

14. Trạm cơ sở để truyền tín hiệu đường xuống trong dải hẹp trong hệ thống truyền thông vô tuyến, trạm cơ sở này bao gồm,

bộ phận tần số radio (RF), và

bộ xử lý được tạo cấu hình để điều khiển bộ phận RF, bộ xử lý này được tạo cấu hình để:

điều khiển bộ phận RF truyền ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất qua sóng mang thứ nhất;

điều khiển bộ phận RF truyền thông tin sóng mang đối với sóng mang thứ hai; và

điều khiển bộ phận RF truyền dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai dựa trên thông tin sóng mang này và tín hiệu tham chiếu dải hẹp (NB-RS), và

trong đó mỗi sóng mang trong số sóng mang thứ nhất và sóng mang thứ hai hoạt động trong một khối tài nguyên (RB),

trong đó sóng mang thứ nhất là sóng mang mà trên đó tín hiệu đồng bộ hóa dải hẹp (nSS) và kênh phát rộng vật lý dải hẹp (nPBBCH) có mặt và sóng mang thứ hai là sóng mang mà trên đó nSS và nPBCH không có mặt,

trong đó NB-RS được nhận dựa trên ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, và

trong đó thông tin sóng mang bao gồm thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo liệu ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho tín hiệu tham chiếu đặc trưng của ô (CRS) trên sóng mang thứ hai có giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất hay không,

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS giống như ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten dùng cho NB-RS, và

trong đó nếu thông tin ký hiệu nhận dạng ô chỉ báo rằng ký hiệu nhận dạng ô thứ hai được sử dụng cho CRS khác với ký hiệu nhận dạng ô thứ nhất, thì thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin số lượng cổng anten và số lượng cổng anten dùng cho CRS giống như số lượng cổng anten tương ứng với thông tin số lượng cổng anten.

15. Trạm cơ sở theo điểm 14, trong đó thông tin sóng mang còn bao gồm thông tin liên quan đến ký hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) ban đầu dùng cho việc truyền dữ liệu đường xuống trên sóng mang thứ hai.

16. Trạm cơ sở theo điểm 14, trong đó thông tin sóng mang được truyền trên sóng mang thứ nhất.

FIG. 1

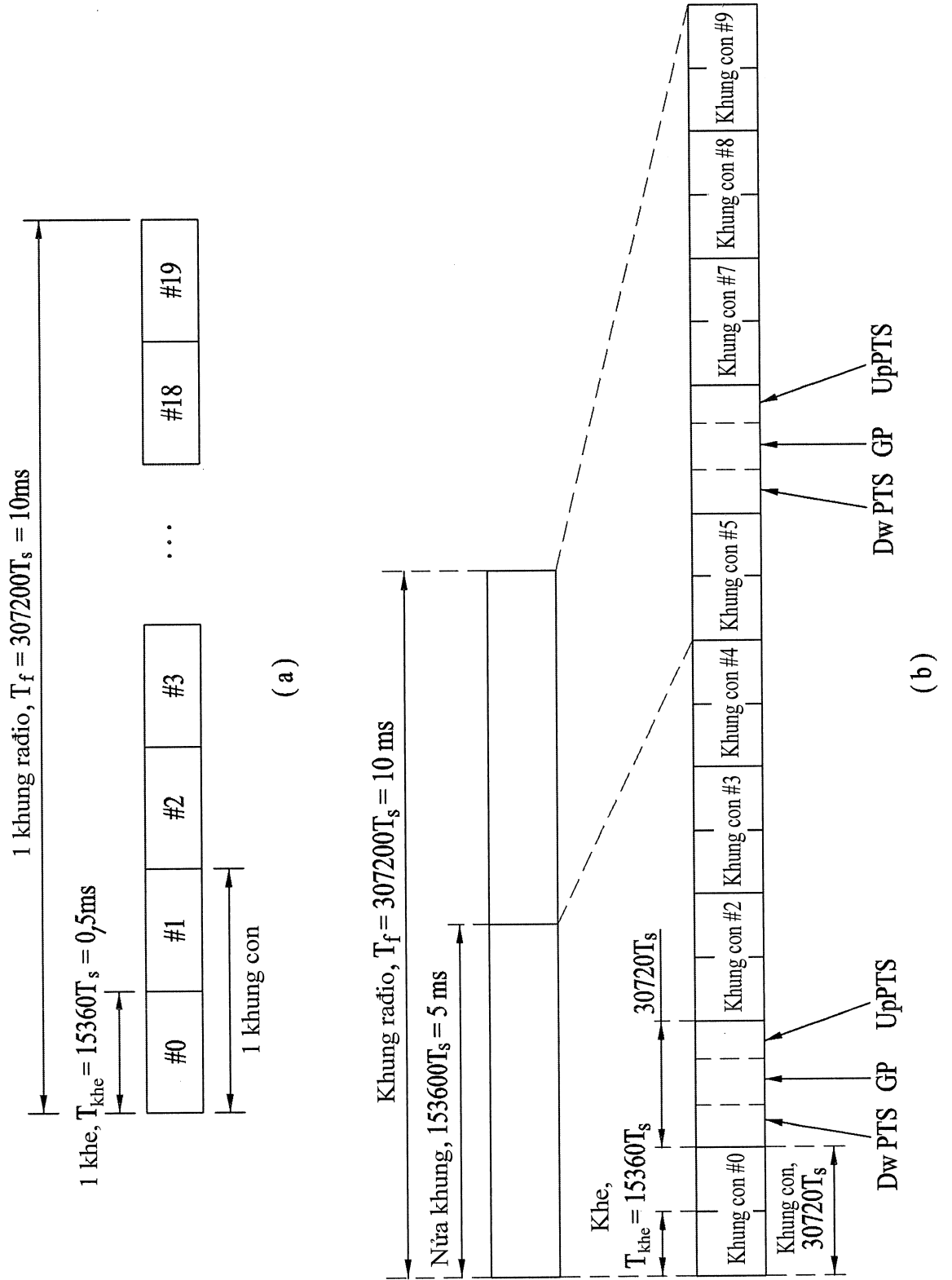


FIG. 2

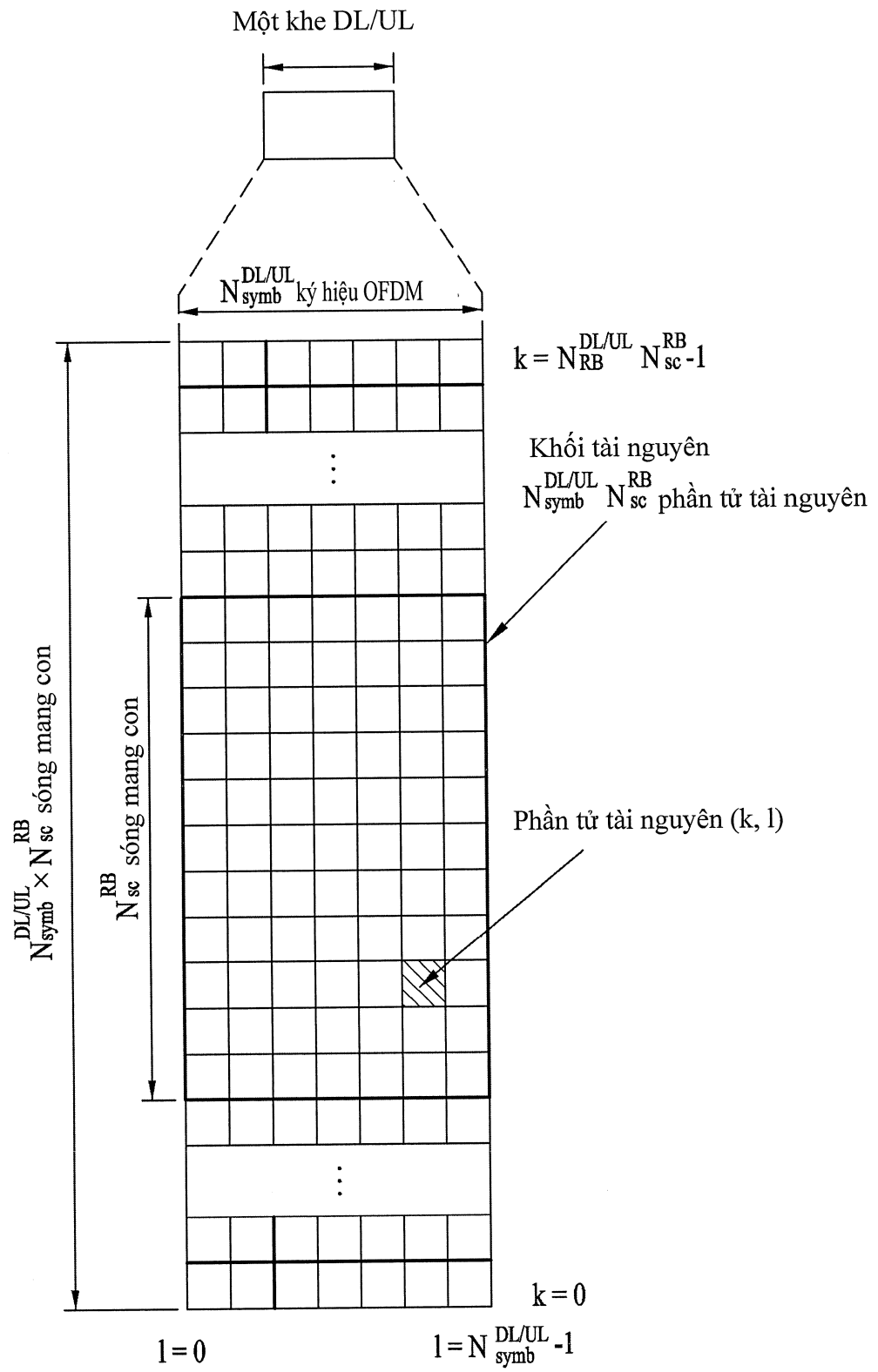


FIG. 3

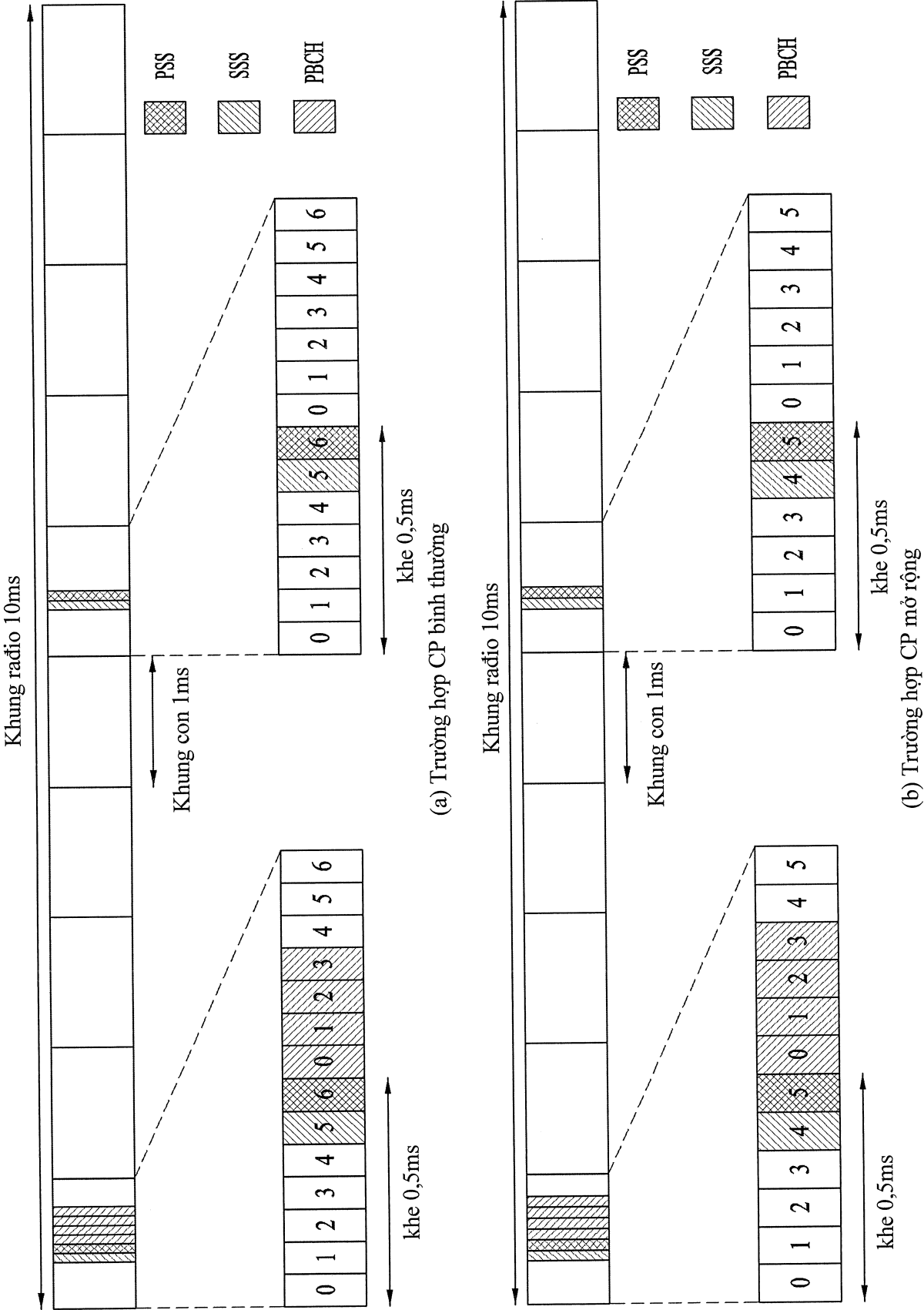


FIG. 4

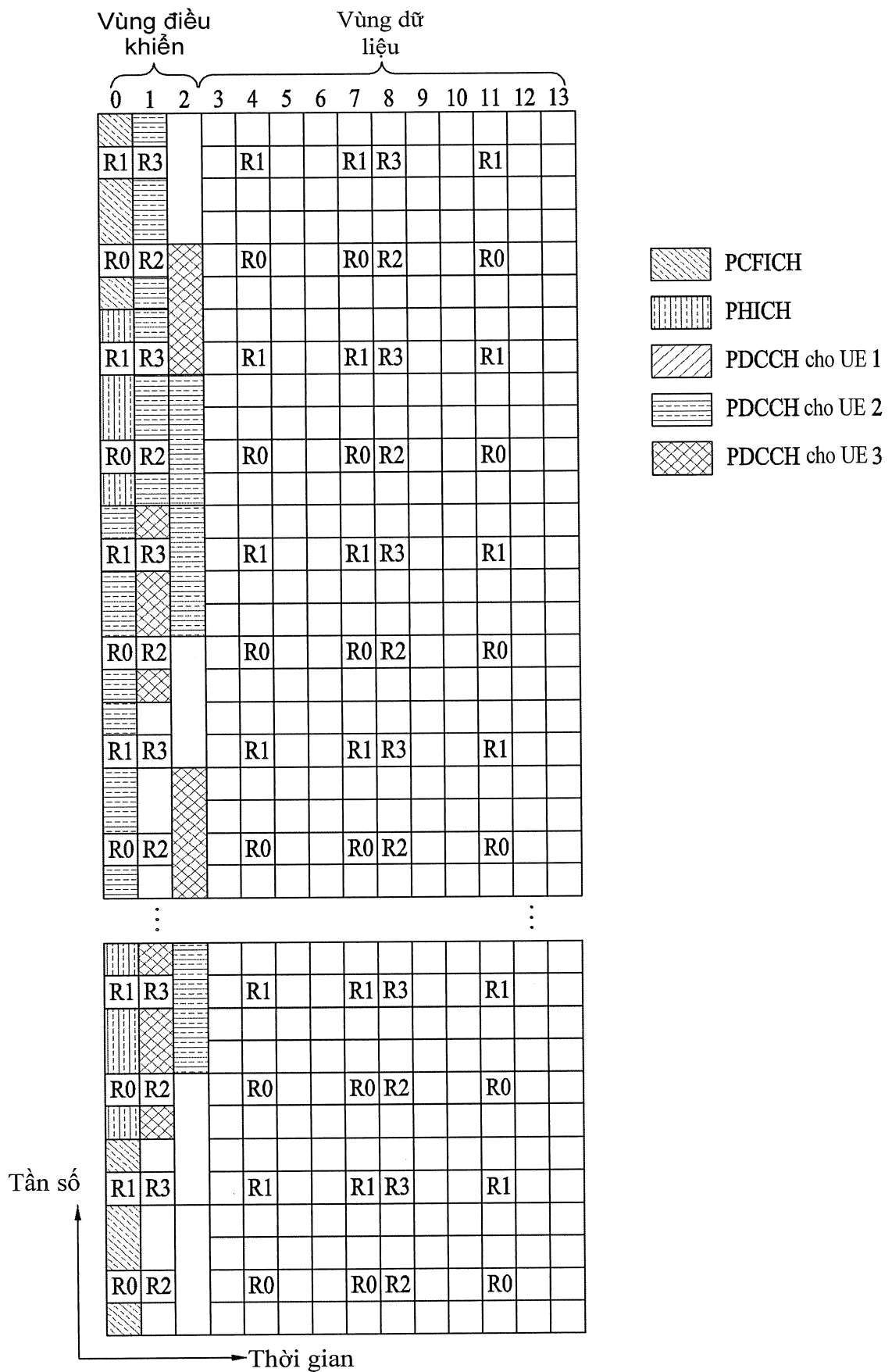
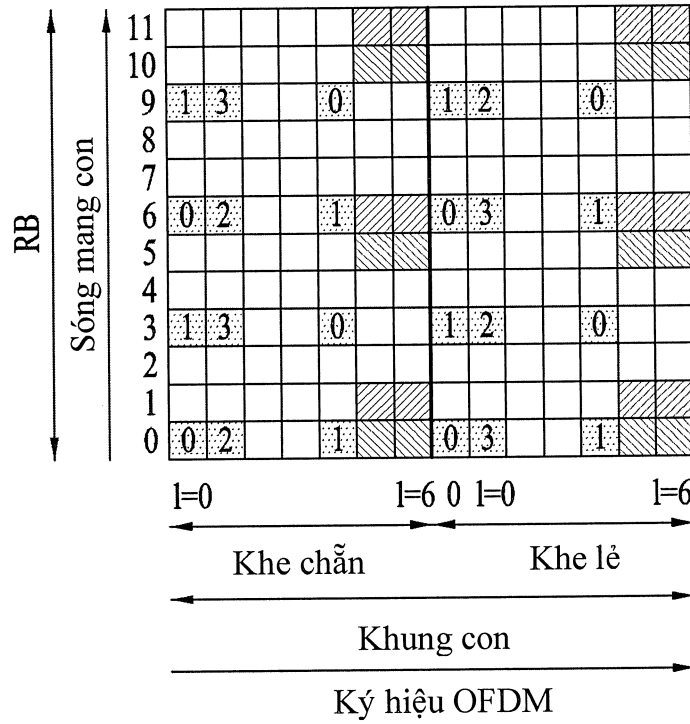


FIG. 5



- RE được chiếm bởi CRS của cổng p ($p \in 0, p \in 0,1$ hoặc $p \in 0,1,2,3$)
- RE được chiếm bởi UE-RS của (các) cổng p ($p \in 7, p \in 8, p \in 7,8$ hoặc $p \in 7,8,11,13$)
- RE được chiếm bởi UE-RS của (các) cổng p ($p \in 9, p \in 10, p \in 9,10$ hoặc $p \in 9,10,12,14$)

FIG. 6

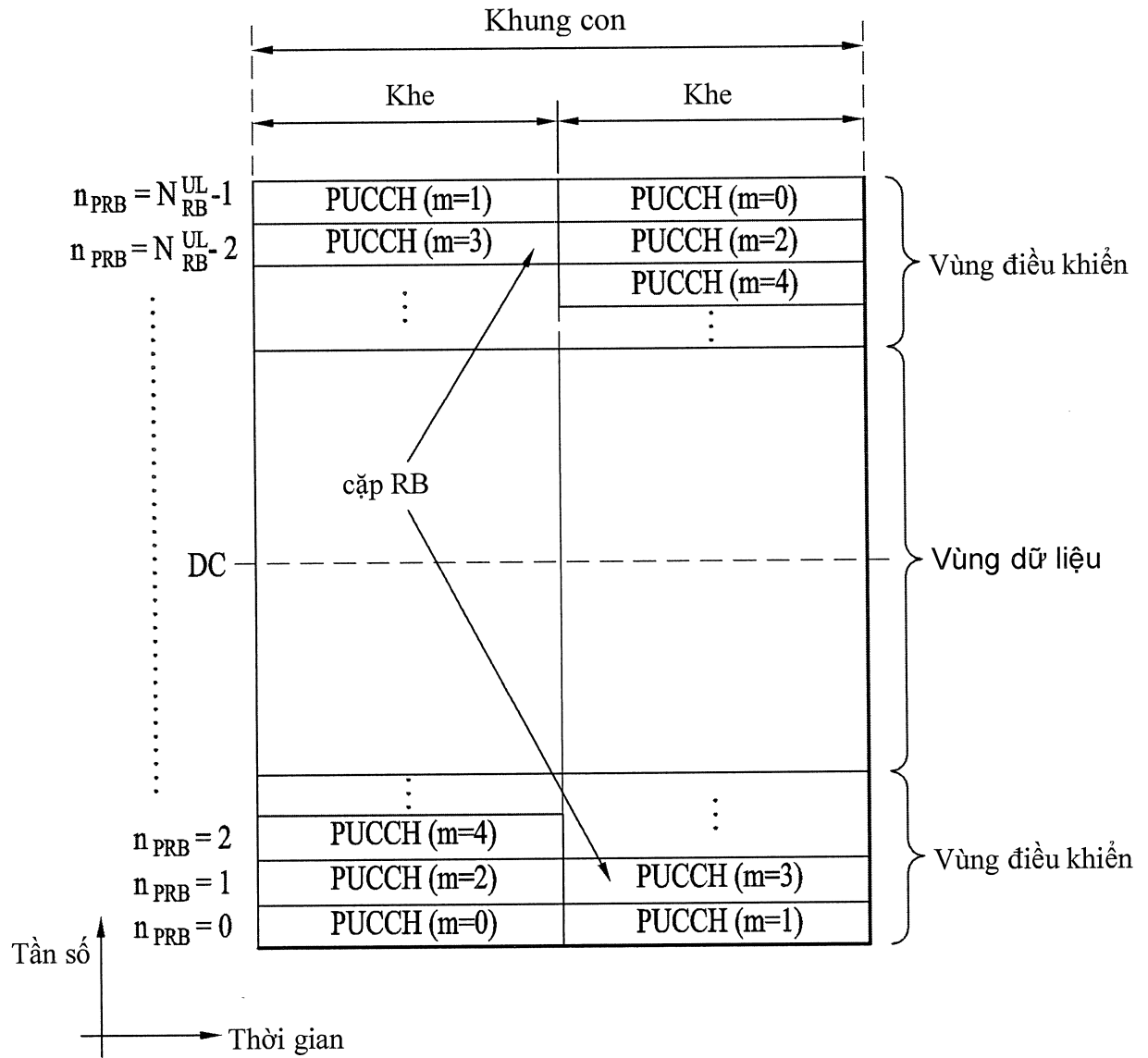


FIG. 7

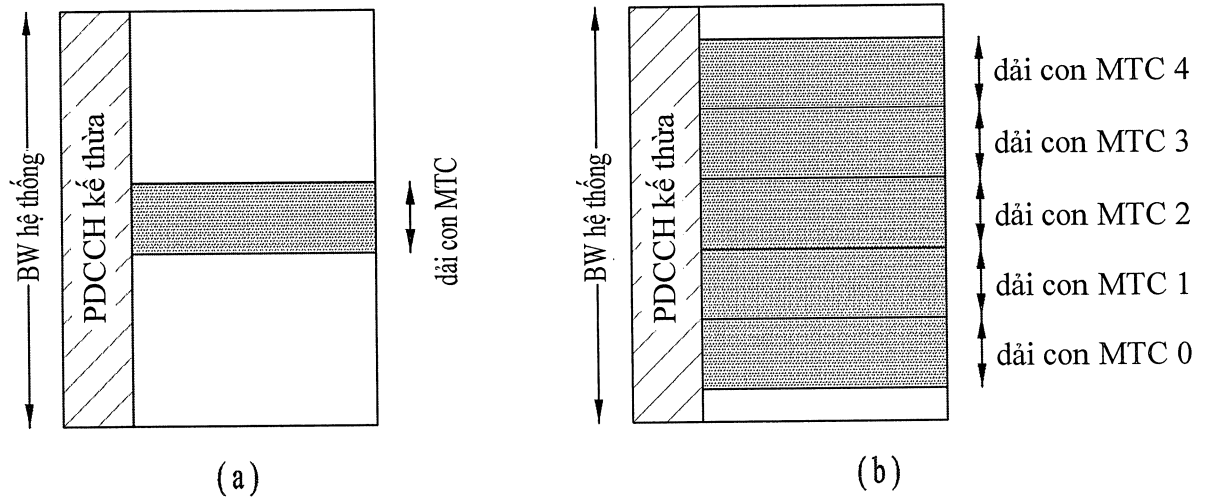


FIG. 8

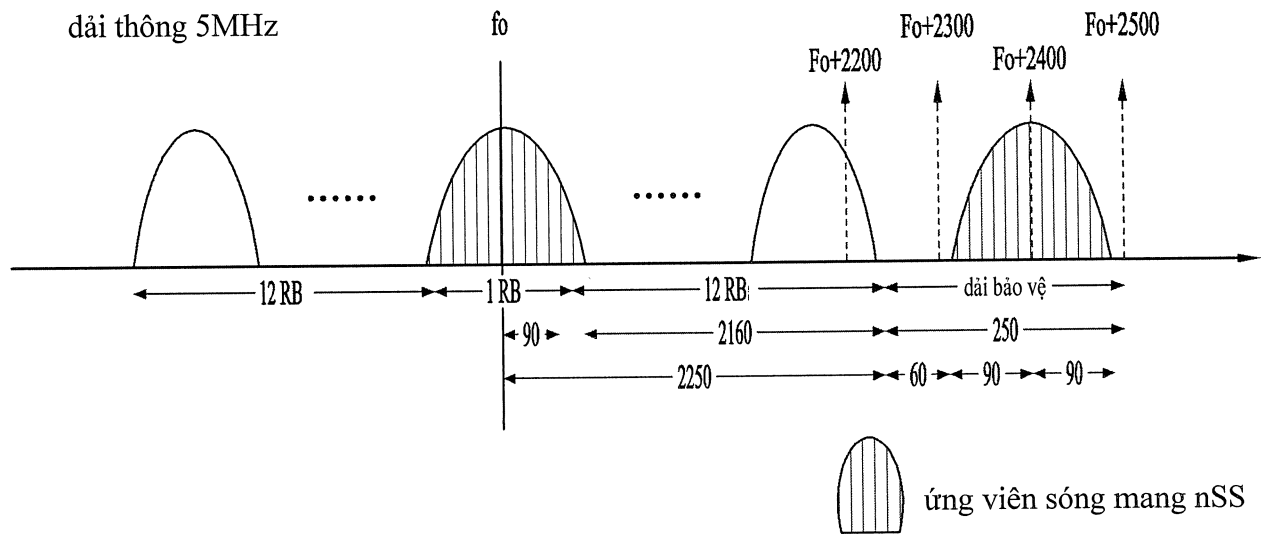


FIG. 9

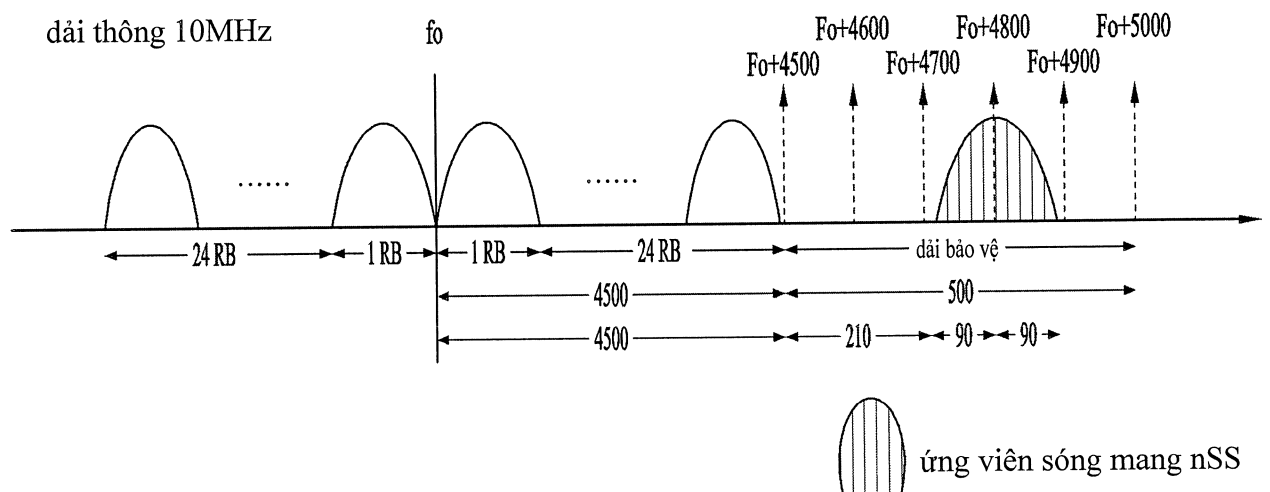


FIG. 10

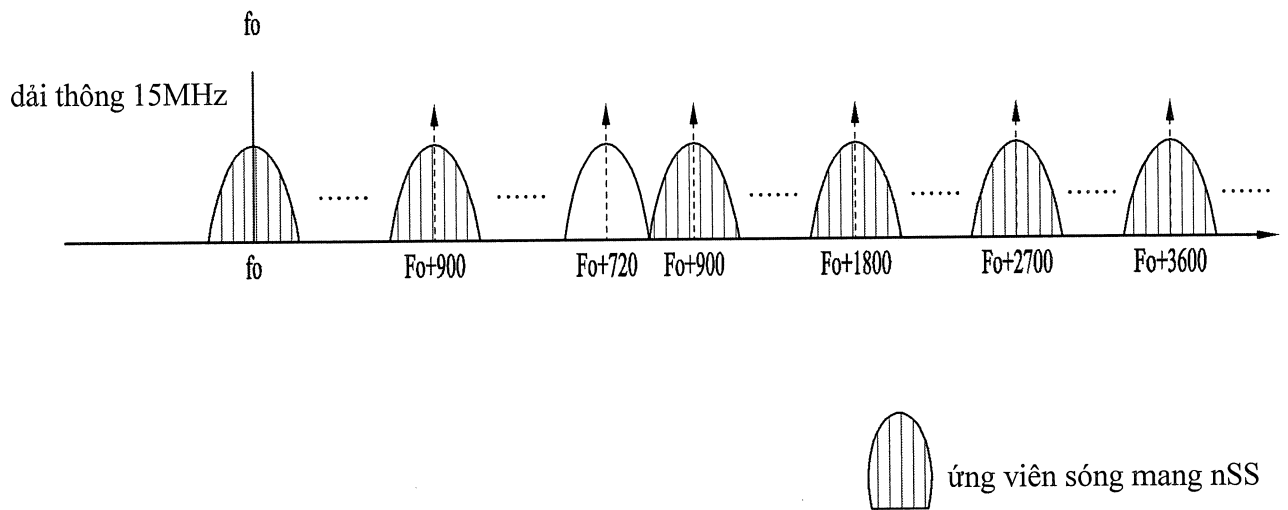


FIG. 11

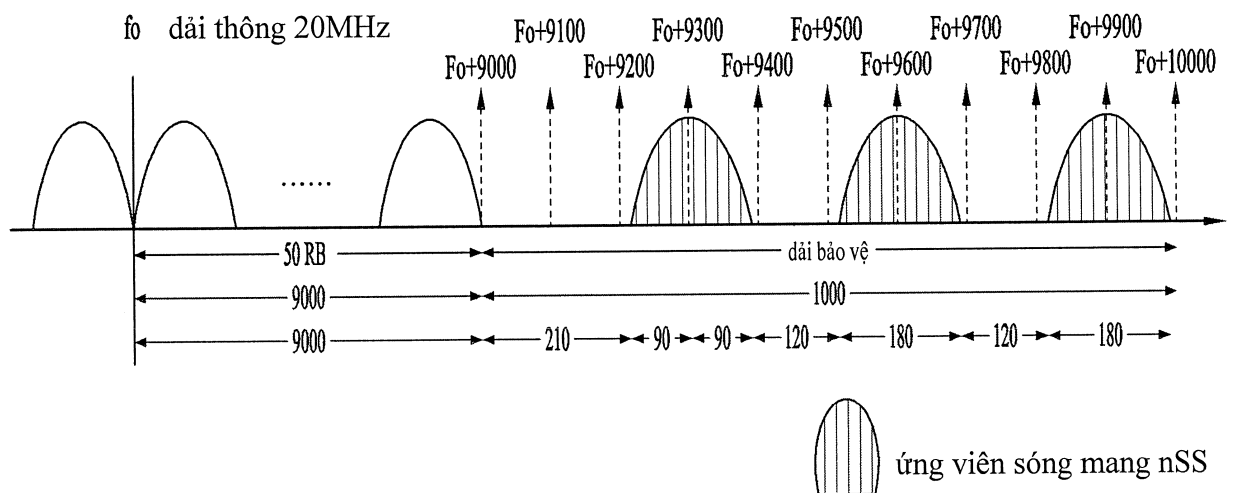
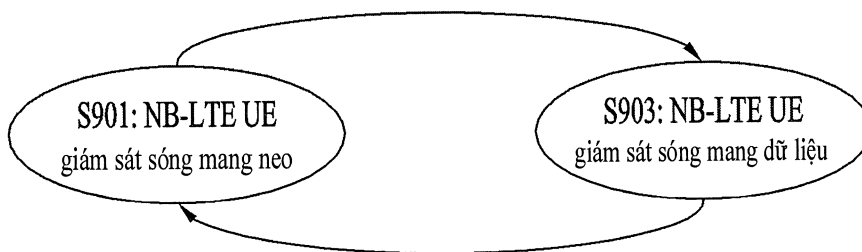


FIG. 12

T902: NB-LTE UE đi đến sóng mang dữ liệu để nhận các kênh không phải là nSS/nPBCH

- eNB báo hiệu vị trí tần số của kênh dữ liệu (ví dụ, khe hở tần số giữa tâm của sóng mang neo và sóng mang dữ liệu),
- tập hợp các sóng mang dữ liệu có thể được tạo cấu hình,
- thông tin so khớp tỷ lệ PDSCH của sóng mang dữ liệu, và/hoặc
- loại CP, kiểu cấu trúc khung, cấu hình TDD UL/DL, ký hiệu bắt đầu PDSCH, và v.v.



T904: NB-LTE UE đi đến sóng mang neo để giám sát thông tin hệ thống hoặc cập nhật thông tin hệ thống theo điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện sau đây:

1. ở mỗi khoảng thời gian định trước (ví dụ, mỗi thời điểm truyền nSS/nPBCH),
2. ở eNB được tạo cấu hình thực thể thời gian (ví dụ, lệnh eNB),
3. khi NB-LTE UE khôi phục từ việc nhận gián đoạn (DRX).

FIG. 13

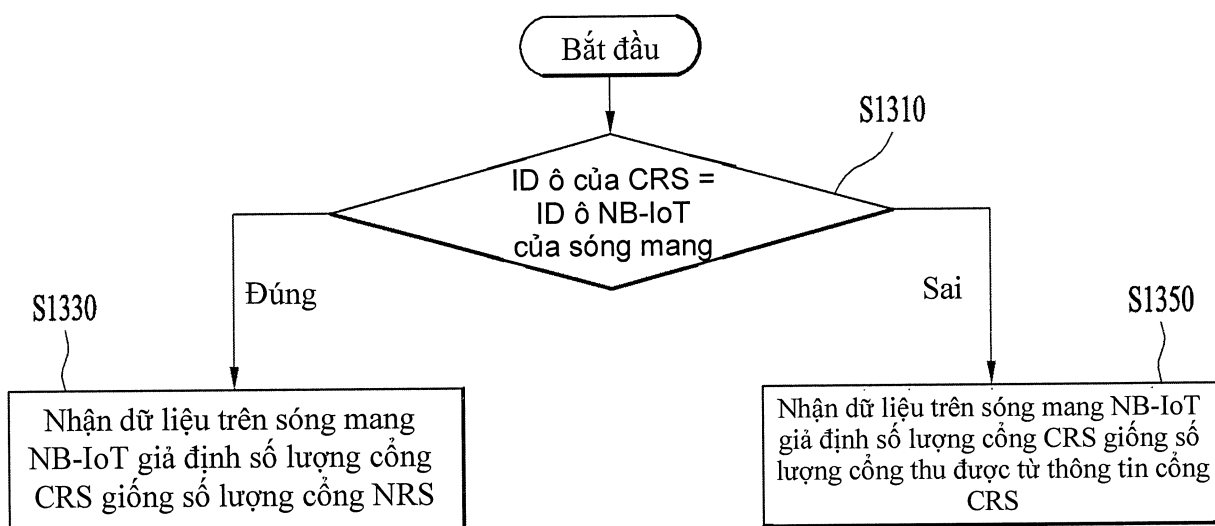


FIG. 14

