



(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)



1-0025343

(51)⁷ H04W 72/04

(13) B

(21) 1-2015-04634

(22) 09/05/2014

(86) PCT/US2014/037578 09/05/2014

(87) WO2014/183083 13/11/2014

(30) 61/822,181 10/05/2013 US; 14/274,484 09/05/2014 US

(45) 25/09/2020 390

(43) 25/02/2016 335A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

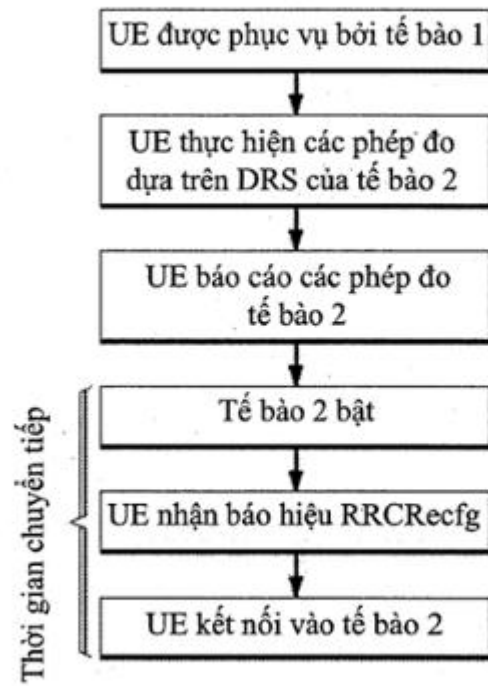
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) LIU, Jialing (CN); XIAO, Weimin (US); CHENG, Qian (US); BAGHERI, Hossein (IR).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP, THÀNH PHẦN MẠNG VÀ BỘ ĐIỀU KHIỂN MẠNG ĐỂ HỖ TRỢ THÍCH ỨNG MẠNG

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp và thành phần mạng để hỗ trợ thích ứng mạng, bao gồm các hoạt động bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ và điều khiển công suất truyền. Theo phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng theo một phương án, thì thành phần mạng nhận tín hiệu tham chiếu dò tìm (Discovery Reference Signal - DRS) từ bộ điều khiển mạng đang ở chế độ truyền có tắt. Sau đó thành phần mạng này thực hiện các phép đo theo DRS, và báo cáo các phép đo cho mạng được liên kết với bộ điều khiển mạng này. Đáp lại, thành phần mạng này nhận tín hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC) từ mạng. Tín hiệu RRC này bao gồm thông tin cấu hình để cho phép kết nối giữa thành phần mạng và bộ điều khiển mạng này. Sau đó thành phần mạng kết nối với bộ điều khiển mạng theo thông tin cấu hình này.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực truyền thông trong mạng không dây, cụ thể là đề cập đến các hệ thống và các phương pháp để hỗ trợ thích ứng mạng trong mạng không dây.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Các hệ thống truyền thông không dây bao gồm hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài), hệ thống LTE-A (LTE Advanced - LTE cải tiến), và hệ thống sau LTE-A. Hệ thống truyền thông không dây hiện đại bao gồm các NodeB (NB) (còn được gọi là các trạm gốc), các bộ điều khiển truyền thông, hoặc các eNB (các NB tăng cường) và cũng có thể bao gồm các điểm mạng có sử dụng các công nghệ truy cập vô tuyến (Radio Access Technology - RAT) khác nhau, chẳng hạn các HSPA (High Speed Packet Access - truy cập gói tốc độ cao) NB và các WiFi AP (Access Point - điểm truy cập). Mỗi NB có thể phục vụ một số người dùng (còn được gọi là thiết bị người dùng (User Equipment - UE), các trạm di động, các thuê bao, hay các thiết bị đầu cuối) trong vùng phủ sóng trong một khoảng thời gian. Một số mạng, chẳng hạn mạng không đồng nhất (Heterogeneous Network - HetNet), bao gồm tế bào lớn (ví dụ, NB), tức là nút/ăng ten có công suất cao hơn với phạm vi phủ sóng lớn hơn, và tế bào nhỏ, tức là nút/ăng ten có công suất thấp hơn với phạm vi phủ sóng nhỏ hơn. Các nút có công suất thấp hơn (còn được gọi là các tế bào rất nhỏ, các tế bào Femto, các tế bào nhỏ, các nút chuyển tiếp, các bộ thu phát vô tuyến ở xa, các khối vô tuyến ở xa, hoặc các ăng ten rải rác) là các điểm truy cập không dây có công suất thấp hoạt động trong phổ tần có phép. Các nút có công suất thấp hơn (Lower Power Node - LPN) cung

cấp phạm vi phủ sóng của tế bào, dung lượng và các ứng dụng cải thiện cho gia đình và công việc, cũng như các vùng đô thị và nông thôn. Các LPN có thể được tắt đi để giảm nhiễu và tiết kiệm năng lượng, hoặc được bật lên để tăng dung lượng, tùy theo nhu cầu của mạng và người dùng. Cần có những giải pháp linh hoạt và khả năng thích ứng khác nhau để cho phép sử dụng các tài nguyên trong các mạng này một cách tốt hơn.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Một phương án của sáng chế đề xuất phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng bởi thành phần mạng, phương pháp này bao gồm bước nhận, bởi thành phần mạng, tín hiệu tham chiếu dò tìm (Discovery Reference Signal - DRS) từ bộ điều khiển mạng, trong đó bộ điều khiển mạng này ở chế độ truyền có tắt. Sau đó thành phần mạng này thực hiện các phép đo theo DRS, và báo cáo các phép đo cho mạng được liên kết với bộ điều khiển mạng này. Đáp lại, thành phần mạng này nhận tín hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC) từ mạng. Tín hiệu RRC này bao gồm thông tin cấu hình để cho phép kết nối giữa thành phần mạng và bộ điều khiển mạng này. Sau đó thành phần mạng kết nối với bộ điều khiển mạng theo thông tin cấu hình này.

Phương án khác đề xuất thành phần mạng để hỗ trợ thích ứng mạng, thành phần mạng này bao gồm ít nhất một bộ xử lý và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính có chứa chương trình để thực thi bằng ít nhất một bộ xử lý này. Chương trình này bao gồm các lệnh để nhận DRS từ tế bào trong chế độ truyền có tắt. Các lệnh này còn tạo cấu hình cho thành phần mạng để thực hiện các phép đo theo DRS, và báo cáo các phép đo cho mạng được liên kết với tế bào này. Thành phần mạng này còn được tạo cấu hình để nhận tín hiệu RRC từ mạng. Tín hiệu RRC này bao gồm thông tin cấu hình để cho phép kết nối giữa thành phần mạng và tế bào này. Sau đó thành phần mạng và bộ điều khiển mạng này thiết lập kết nối theo thông tin cấu hình.

Phương án khác đề xuất phương pháp để hỗ trợ thích ứng mạng bằng bộ điều khiển mạng, phương pháp này bao gồm bước nhận, bởi bộ điều khiển mạng, báo cáo về các phép đo dựa trên DRS từ UE. Các phép đo dựa trên DRS này được UE thực hiện khi nhận được DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai trong chế độ truyền có tắt. Phương pháp này còn bao gồm bước gửi, bởi bộ điều khiển mạng này đến bộ điều khiển mạng thứ hai, một trong số yêu cầu bật đường truyền tại bộ điều khiển mạng thứ hai và yêu cầu bộ điều khiển mạng thứ hai phục vụ UE. Bộ điều khiển mạng thứ hai này tiếp tục gửi đến UE tín hiệu RRC bao gồm thông tin cấu hình để cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

Phương án khác nữa đề xuất bộ điều khiển mạng để hỗ trợ thích ứng mạng, thành phần mạng này bao gồm ít nhất một bộ xử lý và phương tiện lưu trữ bất biến đọc được bằng máy tính có chứa chương trình để thực thi bằng ít nhất một bộ xử lý này. Chương trình này bao gồm các lệnh để nhận báo cáo về các phép đo dựa trên DRS từ UE. Các phép đo dựa trên DRS này được UE thực hiện khi nhận được DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai trong chế độ truyền có tắt. Các lệnh này còn tạo cấu hình cho bộ điều khiển mạng này để gửi, đến bộ điều khiển mạng thứ hai, một trong số yêu cầu bật đường truyền tại bộ điều khiển mạng thứ hai và yêu cầu bộ điều khiển mạng thứ hai phục vụ UE. Bộ điều khiển mạng này còn được tạo cấu hình để gửi tín hiệu RRC đến UE. Tín hiệu RRC này bao gồm thông tin cấu hình để cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

Phân trên đây đã mô tả khái quát các dấu hiệu của một phương án của sáng chế để phân mô tả chi tiết sáng chế sau đây có thể được hiểu rõ hơn. Các dấu hiệu và các ưu điểm khác của các phương án của sáng chế, vốn tạo thành đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ của sáng chế, sẽ được mô tả dưới đây. Các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này cần hiểu rằng các phương án thực hiện khái quát và các phương án thực hiện cụ thể được bộc lộ ở đây có thể dễ dàng được sử dụng làm cơ sở để cải tạo hoặc thiết kế các cấu trúc hoặc quy

trình khác để thực hiện các mục đích giống như của sáng chế. Các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật này cũng cần hiểu rằng các cấu trúc tương đương này không vượt quá ý tưởng và phạm vi bảo hộ của sáng chế, như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo để cho phép hiểu toàn vẹn hơn về sáng chế và các ưu điểm của sáng chế, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về các kí hiệu OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - ghép kênh phân chia theo tần số trực giao) với tiền tố vòng (Cyclic Prefix - CP) bình thường;

Fig.2 là sơ đồ rằng thể hiện một ví dụ về dữ liệu vật lý và các kênh điều khiển;

Fig.3 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về tín hiệu tham chiếu (Reference Signal - CRS);

Fig.4 là sơ đồ thể hiện một ví dụ về tín hiệu tham chiếu chỉ thị tình trạng kênh (Channel Status Indicator Reference Signal - CSI-RS) và tín hiệu tham chiếu dành riêng/giải điều chế (Dedicated/De-Modulation Reference Signal - DMRS);

Fig.5 là sơ đồ thể hiện một trường hợp về các tế bào lớn và các tế bào nhỏ đồng kênh;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện một trường hợp về các tế bào lớn và các tế bào nhỏ ngoài trời riêng kênh;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện trường hợp khác về các tế bào lớn và các tế bào nhỏ ngoài trời riêng kênh;

Fig.8 là sơ đồ thể hiện một trường hợp về các tế bào nhỏ không có phạm vi phủ sóng lớn;

Fig.9 là sơ đồ thể hiện một trường hợp về tế bào cực nhỏ thứ nhất có phục vụ các UE, và tế bào cực nhỏ thứ hai không phục vụ UE nào;

Fig.10 là sơ đồ thể hiện một trường hợp các UE đi vào vùng được phục vụ bởi tế bào cực nhỏ thứ hai trên Fig.9;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ một phương án để truyền thích ứng trong mạng;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một ví dụ của biểu đồ thời gian để bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện lưu đồ sự kiện/báo hiệu thể hiện phương pháp thích ứng mạng theo một phương án;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện một trường hợp thông thường để UE kết nối với tế bào đã bật;

Fig.15 là sơ đồ thể hiện phương pháp bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ với thời gian truyền được giảm, theo một phương án;

Fig.16 là sơ đồ thể hiện phương pháp bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ với thời gian truyền được giảm, theo phương án khác;

Fig.17 là sơ đồ thể hiện phương pháp thích ứng công suất truyền với thời gian truyền được giảm, theo một phương án;

Fig.18 là hình vẽ thể hiện mối quan hệ giữa các mức công suất của các tín hiệu khác nhau; và

Fig.19 là hình thể hiện sơ đồ của hệ thống xử lý mà có thể được dùng để thực hiện các phương án khác nhau.

Các số và các kí hiệu tương ứng trên các hình vẽ khác nhau được dùng để chỉ các bộ phận tương ứng, trừ khi được nói khác đi. Các hình vẽ này được vẽ để thể hiện các khía cạnh liên quan của sáng chế một cách rõ ràng, và không nhất thiết phải được vẽ đúng tỉ lệ.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Các phương án thực hiện ưu tiên sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Tuy nhiên, cần hiểu rằng sáng chế có nhiều ý tưởng sáng tạo mà có thể được thực hiện trong nhiều hoàn cảnh cụ thể khác nhau. Các phương án cụ thể được mô

tả ở đây chỉ nhằm thể hiện những cách thức cụ thể để thực hiện sáng chế, chứ không nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế.

Trong hệ thống truyền thông không dây hiện đại, chẳng hạn hệ thống truyền thông tương thích dự án hợp tác thế hệ thứ ba (Third Generation Partnership Project - 3GPP) LTE, thì các eNB, còn thường được gọi là các tế bào, có thể được bố trí thành nhóm tế bào (các vùng phủ sóng), với mỗi tế bào đều có nhiều ăng ten phát. Ngoài ra, mỗi tế bào hay eNB đều có thể phục vụ một số người dùng hay UE dựa trên metric ưu tiên, chẳng hạn sự công bằng, sự công bằng tỉ lệ, bản kiến nghị kí tên theo vòng tròn, v.v., trong một khoảng thời gian. Trong bản mô tả này, các thuật ngữ tế bào, điểm truyền, và eNB có thể được dùng thay thế cho nhau. Các tế bào, các điểm truyền, và các eNB sẽ được phân biệt khi cần. Quá trình truyền/nhận từ bộ điều khiển (ví dụ, eNB) đến UE được gọi là quá trình truyền/nhận đường xuống (DownLink - DL), và quá trình truyền/nhận từ UE đến bộ điều khiển được gọi là quá trình truyền/nhận đường lên (UpLink - UL).

Trong các hệ thống ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM), thì băng thông tần số được chia thành nhiều sóng mang phụ trong miền tần số. Trong miền thời gian, một khung con được chia thành nhiều kí hiệu OFDM. Kí hiệu OFDM này có thể có tiền tố vòng (Cyclic Prefix - CP) để tránh can nhiễu giữa các kí hiệu do những sự trễ đường truyền. Một phần tử tài nguyên (Resource Element - RE) được xác định bởi tài nguyên thời gian - tần số trong một sóng mang phụ và một kí hiệu OFDM. Trên đường truyền xuống, thì các tín hiệu tham chiếu (Reference Signal - RS) và các tín hiệu khác, chẳng hạn kênh dữ liệu (kênh dùng chung đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared CHannel - PDSCH)), kênh điều khiển (kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control CHannel - PDCCH)), và PDCCH tăng cường (Enhanced PDCCH - EPDCCH), là trực giao và được ghép kênh trong các phần tử tài nguyên khác nhau trong miền thời gian-tần

số. Trên đường truyền lên, thì kênh dùng chung đường lên vật lý (Physical Uplink Shared CHannel - PUSCH) và kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control CHannel - PUCCH) là trực giao và được ghép kênh trong các tài nguyên thời gian - tần số khác nhau. Một tập hợp RE được nhóm cùng nhau để tạo thành khối tài nguyên (Resource Block - RB). Ví dụ, 12 sóng mang phụ trong một khe thì tạo thành một RB. Ngoài ra, các tín hiệu được điều chế và được ánh xạ vào các phần tử tài nguyên. Bằng cách sử dụng phép biến đổi Fourier ngược nhanh (Inverse Fast Fourier Transform - IFFT) trên mỗi kí hiệu OFDM, thì các tín hiệu trong miền tần số sẽ được biến đổi thành các tín hiệu trong miền thời gian, và được truyền đi với CP được thêm vào để tránh sự can nhiễu giữa các kí hiệu.

Để kích hoạt các kênh dữ liệu bất kì trên đường truyền lên UL hoặc đường truyền xuống DL, chẳng hạn PDSCH hoặc PUSCH trong hệ thống LTE-A, thì các tín hiệu tham chiếu được truyền đi. Có các tín hiệu tham chiếu để UE thực hiện việc ước lượng/đo kênh/tín hiệu để giải điều chế PDCCH và các kênh chung khác, và để đo đặc và phản hồi. Các tín hiệu tham chiếu này bao gồm tín hiệu tham chiếu chung/cụ thể của tế bào (Common/Cell specific Reference Signal - CRS) được thừa hưởng từ đặc tả Rel-8/9 của hệ thống viễn thông di động đa năng (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS) cải tiến thuộc hệ thống truy cập vô tuyến mặt đất (Terrestrial Radio Access - TRA) (E-UTRA). Tín hiệu tham chiếu dành riêng/giải điều chế (Dedicated/De-Modulation Reference Signal - DMRS) cũng có thể được truyền với kênh PDSCH trong phiên bản Rel-10 của E-UTRA. DMRS được dùng để ước lượng kênh trong quá trình giải điều chế PDSCH.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về các kí hiệu OFDM có CP. Có 14 kí hiệu OFDM được đánh dấu từ 0 đến 13 trong mỗi khung con. Các kí hiệu từ 0 đến 6 trong mỗi khung con tương ứng với các khe chẵn, và các kí hiệu từ 7 đến 13 trong mỗi khung con tương ứng với các khe lẻ. Chỉ có một khe của

một khung con được thể hiện trên hình vẽ. Có 12 sóng mang phụ được đánh dấu từ 0 đến 11 trong mỗi RB, do đó theo phương án này, có 84 RE trong khe này của RB. Trong mỗi khung con, có một số RB, và số lượng này có thể phụ thuộc vào băng thông (BandWidth - BW).

Fig.2 là hình vẽ thể hiện PDSCH mang các gói dữ liệu trên DL từ eNB đến các UE tại lớp vật lý, và kênh dùng chung đường lên vật lý (PUSCH) mang các gói dữ liệu từ các UE đến eNB trên UL ở lớp vật lý. Các kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) tương ứng được truyền từ NB đến các UE cũng được thể hiện. PDCCH cho biết PDSCH và/hoặc PUSCH tương ứng nằm đâu trong miền tần số và cách thức mà PDSCH và/hoặc PUSCH này được truyền. Ví dụ, PDCCH 701 có thể cho biết báo hiệu đối với PDSCH 702 hoặc PUSCH 704. Trong Phiên bản 11 thì EPDCCH là kênh điều khiển đường xuống có chức năng tương tự như PDCCH. Tuy nhiên, hoạt động truyền của EPDCCH có thể nằm trong vùng dữ liệu của hệ thống LTE Rel-8, và hoạt động giải điều chế EPDCCH là dựa trên DMRS, ngược lại so với hoạt động giải điều chế dựa trên CRS đối với PDCCH.

Trên đường truyền xuống của các hệ thống LTE-A, thì CRS là tín hiệu tham chiếu, được thừa hưởng từ đặc tả Rel-8/9 của E-UTRA, để UE thực hiện việc ước lượng kênh để giải điều chế PDCCH và các kênh chung khác và để đo và phản hồi. Fig.3 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về CRS. CRS có thể được UE dùng để thực hiện các phép đo quản lý tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Management - RRM), chẳng hạn công suất thu được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Power - RSRP) đo được trên các CRS RE và chất lượng nhận được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Quality - RSRQ). RSRQ là tỉ số giữa RSRP và bộ chỉ thị cường độ tín hiệu nhận được (Received Signal Strength Indicator - RSSI) đo được trên tất cả các RE.

DMRS có thể được truyền cùng với kênh PDSCH trong Rel-10 của E-UTRA. DMRS được dùng để ước lượng kênh trong quá trình giải điều chế

PDSCH. DMRS cũng có thể được truyền cùng với EPDCCH để UE ước lượng kênh EPDCCH. Fig.4 là hình vẽ thể hiện CSI-RS vốn được đưa vào Rel-10, ngoài CRS và DMRS ra. CSI-RS này được dùng cho các UE thuộc Rel-10 để đo tình trạng kênh, chẳng hạn cho các trường hợp có nhiều ăng ten. Bộ chỉ thị ma trận tiền mã hoá (Precoding Matrix Indicator - PMI)/bộ chỉ thị chất lượng kênh (Channel Quality Indicator - CQI)/bộ chỉ thị thứ hạng (Rank Indicator - RI) của ma trận tiền mã hoá và các thông tin phản hồi khác có thể được dựa trên phép đo CSI-RS đối với UE thuộc Rel-10 và mới hơn. Có thể có nhiều tài nguyên CSI-RS được tạo cấu hình cho UE. eNB gán tài nguyên thời gian - tần số và mã xáo trộn cụ thể cho mỗi tài nguyên CSI-RS. CSI-RS trong Rel-10 có thể hỗ trợ đến 8 ăng ten truyền, còn CRS chỉ có thể hỗ trợ đến 4 ăng ten truyền trong Rel-8/9. Số lượng các cổng ăng ten CSI-RS có thể là 1, 2, 4, và 8. Để hỗ trợ cùng một số lượng cổng ăng ten, thì CSI-RS có phụ tải gần như thấp hơn do mật độ tương đối thấp của nó trong thời gian và tần số.

RS (ví dụ, CRS, CSI-RS hoặc DMRS) có thể được sử dụng tại bộ thu để ước lượng đáp ứng xung của kênh và/hoặc biên dạng trễ công suất (Power Delay Profile - PDP) của kênh. RS thường là chuỗi giả ngẫu nhiên được điều chế bằng phương pháp khoá di pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK) trên các sóng mang phụ được ấn định cho quá trình truyền RS. Khi nhận được RS thì bộ thu thực hiện việc giải điều chế và giải xáo trộn bằng cách nhân số liên hợp của chuỗi giả ngẫu nhiên này. Sau đó tín hiệu thu được được biến đổi trong miền thời gian bằng thao tác IFFT để ước lượng PDP của kênh. Các phép đo khác có thể được thực hiện dựa trên các kết quả ước lượng PDP thu được. Các RS từ các bộ phát khác nhau có thể được gán cho các tập sóng mang phụ khác nhau, do đó được phân cách nhau trong miền tần số. Các RS từ các bộ phát khác nhau cũng có thể được gán cho các chuỗi giả ngẫu nhiên khác nhau, do đó được phân cách thông qua sự tương quan thấp giữa các chuỗi giả ngẫu nhiên này. Theo cách khác, các RS cũng

có thể được gán để truyền trên tập sóng mang phụ giống nhau và sử dụng chuỗi giả ngẫu nhiên giống nhau. Như vậy, các RS có thể can nhiễu mạnh với nhau. Trong các hệ thống LTE hiện tại, việc sử dụng chuỗi giả ngẫu nhiên giống nhau trong các RS đối với các tế bào khác nhau trên tập tài nguyên thời gian/tần số giống nhau là khả thi nếu các tế bào cách xa nhau sao cho sự can nhiễu RS có thể được giảm xuống đến khoảng có thể chấp nhận được. Quyết định này có thể được đưa ra tại giai đoạn lập kế hoạch mạng.

Trong các mạng không đồng nhất (Heterogeneous Network - HetNet), có các điểm lớn có công suất cao và các điểm có công suất thấp hơn khác nhau vốn thường có thể chia sẻ các tài nguyên truyền thông giống nhau. Các điểm có công suất thấp hơn có thể bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, các pico (các tế bào cực nhỏ), các bộ thu phát vô tuyến ở xa (Remote Radio Head - RRH), các tế bào femto (hay các eNB thường trú (Home eNB - HeNB)), các điểm truy cập (Access Point - AP), các ăng ten rải rác (Distributed Antennas - DAS), các trạm chuyển tiếp, và các điểm giao tiếp trường gần. Các eNB lớn được dùng để cung cấp phạm vi phủ sóng diện rộng, thường là với bán kính từ vài trăm mét đến vài kilômet. Các điểm có công suất thấp thường được dùng để cung cấp thông lượng cao cho các UE gần các nút, ví dụ, trong vòng vài mét đến vài chục mét.

Trong đặc tả 3GPP Rel-10, thì sóng mang thành phần được gọi là tế bào. Khi nhiều tế bào được điều khiển bởi cùng một eNB, thì việc lập lịch chéo giữa các tế bào là khả thi nhờ sử dụng một bộ lập lịch trong cùng eNB để lập lịch cho các tế bào này. Khi kết tập sóng mang (Carrier Aggregation - CA), thì một eNB có thể vận hành và điều khiển một số sóng mang thành phần vốn tạo thành Pcell và Scell. Trong thiết kế Rel-11, thì một eNB có thể điều khiển cả tế bào lớn lẫn tế bào cực nhỏ. Trong trường hợp này, mạng trục giữa tế bào lớn và tế bào cực nhỏ này là mạng trục nhanh. eNB có thể điều khiển động hoạt động truyền/nhận của cả tế bào lớn lẫn tế bào cực nhỏ. PDCCH

hoặc EPDCCH được truyền từ các tế bào lớn có thể được dùng để chỉ thị PDSCH hoặc PUSCH được truyền từ các tế bào cực nhỏ.

Các sóng mang thành phần trong mạng có thể hoạt động trong các dải tần khác nhau. Các dải tần cao thường có mức tổn hao trên đường truyền là cao theo khoảng cách, do đó thích hợp hơn nếu phục vụ diện tích tương đối nhỏ, chẳng hạn được dùng để cung cấp thông lượng cao cho các UE lân cận. Các dải tần thấp thường có mức tổn hao trên đường truyền là thấp theo khoảng cách, do đó thích hợp hơn nếu phục vụ diện tích tương đối lớn, chẳng hạn được dùng để cung cấp phạm vi phủ sóng.

Các eNB trong mạng có thể được bố trí gần nhau sao cho sự quyết định của eNB thứ nhất có thể có ảnh hưởng đến eNB thứ hai. Ví dụ, các eNB có thể dùng các dãy ăng ten phát của chúng để tạo thành các chùm hướng về phía các UE của chúng khi phục vụ các UE đó. Ví dụ, nếu eNB thứ nhất quyết định phục vụ UE thứ nhất trong một tài nguyên thời gian - tần số cụ thể, thì nó có thể tạo thành chùm trỏ đến UE đó. Tuy nhiên, chùm được trỏ này có thể kéo dài vào vùng phủ sóng của eNB thứ hai và gây nhiễu cho các UE mà eNB thứ hai phục vụ. Sự can nhiễu liên tế bào (Inter Cell Interference - ICI) đối với các hệ thống truyền thông không dây tế bào nhỏ thường được gọi là trường hợp tế bào bị giới hạn bởi sự can nhiễu, vốn có thể khác với trường hợp tế bào bị giới hạn bởi nhiễu trong các hệ thống truyền thông không dây tế bào lớn.

Trong thiết kế Rel-12 hoặc mới hơn, thì mạng trực giữa tế bào lớn và tế bào cực nhỏ có thể không phải là mạng trực nhanh. Nói cách khác, mạng trực này có thể là mạng trực chậm, hoặc mạng trực bất kì. Trong trường hợp mạng trực chậm, thì PDCCH hoặc EPDCCH được truyền từ các tế bào lớn không thể được dùng để chỉ thị PDSCH hoặc PUSCH được truyền từ các tế bào cực nhỏ.

Trong quá trình thực hiện mạng thực tế, có thể có nhiều điểm lớn và nhiều điểm cực nhỏ hoạt động trong nhiều sóng mang thành phần, và mạng

trục giữa hai điểm bất kì có thể là mạng trục nhanh hoặc mạng trục chậm, tùy theo sự triển khai. Khi hai điểm có mạng trục nhanh, thì mạng trục nhanh này có thể được tận dụng triệt để, ví dụ, để đơn giản hoá phương pháp và hệ thống truyền thông, hoặc để cải thiện khả năng phối hợp. Các điểm được tạo cấu hình để UE truyền hoặc nhận có thể bao gồm nhiều điểm, trong đó một số cặp điểm có thể có mạng trục nhanh và các cặp điểm khác có thể có mạng trục chậm hoặc mạng trục bất kì.

Theo một số cách triển khai, thì một eNB có thể điều khiển một hoặc nhiều tế bào. Nhiều khối vô tuyến ở xa có thể được kết nối đến đơn vị dải tần cơ sở giống nhau của eNB bằng cáp quang, và thời gian chờ giữa đơn vị dải tần cơ sở và khối vô tuyến ở xa là nhỏ. Như vậy, cùng một đơn vị dải tần cơ sở có thể xử lý quá trình truyền/nhận phối hợp của nhiều tế bào. Ví dụ, eNB có thể phối hợp hoạt động truyền của nhiều tế bào đến UE, hoạt động này được gọi là hoạt động truyền nhiều điểm phối hợp (Coordinated Multiple Point - CoMP). eNB cũng có thể phối hợp quá trình nhận của nhiều tế bào từ UE, hoạt động này được gọi là hoạt động nhận CoMP. Trong trường hợp này, liên kết mạng trục giữa các tế bào với eNB này là mạng trục nhanh, và hoạt động lập lịch PDSCH, vốn được truyền trong các tế bào khác nhau đối với UE, có thể dễ dàng được phối hợp trong eNB này.

Vấn đề đa điểm phối hợp đường xuống (DL-CoMP) đã được khắc phục trong hệ thống 3GPP, và ba nhóm quan tâm chính đã được xác định. Công việc để quy định hỗ trợ CoMP trong Rel-11 tập trung vào kĩ thuật khớp truyền (Joint Transmission - JT), kĩ thuật chọn điểm động (Dynamic Point Selection - DPS), bao gồm kĩ thuật xoá điểm động (Dynamic Point Blanking - DPB), và kĩ thuật lập lịch/hướng búp sóng phối hợp (Coordinated Scheduling/Coordinated Beamforming - CS/CB), bao gồm kĩ thuật xoá điểm động. Nói chung, có bốn trường hợp CoMP. Các trường hợp này bao gồm mạng đồng nhất với CoMP nội vị trí, mạng đồng nhất với các RRH có công suất truyền cao, mạng không đồng nhất với các RRH có công suất thấp trong

vùng phủ sóng của tế bào lớn mà trong đó các điểm truyền/nhận được tạo ra bởi các RRH có các ID tế bào khác với tế bào lớn, và mạng không đồng nhất với các RRH có công suất thấp trong vùng phủ sóng của tế bào lớn mà trong đó các điểm truyền/nhận được tạo ra bởi các RRH có các ID tế bào giống với tế bào lớn. Trong trường hợp cuối (tế bào không đồng nhất mà trong đó các RRH có các ID tế bào giống nhau), thì một ID tế bào chung được dùng cho nhiều vị trí. Trong trường hợp này, cấu hình nhóm truyền dựa trên ID tế bào thường không áp dụng được. Cấu hình dựa trên CSI-RS được dùng trong trường hợp này thay vì cấu hình dựa trên ID tế bào.

Nhằm mở rộng sự triển khai HetNet, thì các tế bào nhỏ được triển khai dày đặc có sử dụng các nút có công suất thấp là rất hứa hẹn để thích nghi với sự bùng nổ lưu lượng di động, chẳng hạn để triển khai những điểm nóng trong trong nhà và ngoài trời. Như đã mô tả trên đây, nút có công suất thấp là nút có công suất truyền thấp hơn nút lớn và các lớp BS. Ví dụ, cả eNB pico lẫn eNB femto đều áp dụng được. Những hoạt động củng cố tế bào nhỏ đối với E-UTRA và E-UTRAN thì tập trung vào các chức năng bổ sung để tăng cường hiệu suất tại các vùng điểm nóng trong nhà và ngoài trời bằng cách sử dụng các nút có công suất thấp được triển khai dày đặc.

Các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.8 là các hình thể hiện các trường hợp triển khai tế bào nhỏ khác nhau. Fig.5 là hình vẽ thể hiện các tế bào lớn và các tế bào nhỏ đồng kênh. Fig.6 là hình vẽ thể hiện các tế bào lớn và các tế bào nhỏ ngoài trời riêng kênh. Fig.7 là hình vẽ thể hiện các tế bào lớn và các tế bào nhỏ trong nhà riêng kênh. Fig.8 là hình vẽ thể hiện các tế bào nhỏ không có vùng phủ sóng lớn.

UE có thể phát hiện các tế bào nhỏ xung quanh bằng cách trước hết là xác định tế bào thông qua việc dò tìm tín hiệu đồng bộ sơ cấp (Primary Synchronization Signal - PSS)/tín hiệu đồng bộ thứ cấp (Secondary Synchronization Signal - SSS) đường xuống. Sau đó UE thực hiện việc đo công suất tín hiệu dựa trên CRS đường xuống của các tế bào được nhận dạng

này. Nếu công suất tín hiệu đo được là trên ngưỡng định trước, thì hoạt động phát hiện tế bào được coi là thành công. Nhằm các mục đích tối ưu hoá khả năng di động và các hoạt động mạng khác, thì UE có thể cần phải giám sát một vài tế bào. Để tăng cơ hội cho UE có thể phát hiện các tế bào yếu hơn bên dưới một hoặc hai tế bào trội gây nhiễu mạnh, thì kỹ thuật khử nhiễu (Interference Cancellation - IC) có thể được sử dụng, trong đó các tế bào trội gây nhiễu mạnh sẽ được phát hiện trước rồi sau đó PSS/SSS/CRS của chúng được tái tạo và được trừ đi khỏi tín hiệu nhận được của UE. Sau đó, hoạt động phát hiện tế bào yếu hơn được thực hiện đối với tín hiệu còn lại.

Trong các trường hợp bố trí tế bào nhỏ dày đặc, thì có thể có một số nguồn gây nhiễu mạnh với cường độ tương tự nhau. Trong điều kiện nhiễu này thì kỹ thuật khử nhiễu là ít có lợi do không có một lượng nhỏ các nguồn gây nhiễu trội. Trong trường hợp triển khai tế bào nhỏ khác, để tế bào nhỏ hoạt động hiệu quả thì có thể cần đến các kỹ thuật quản lý nhiễu mà trong đó một số tế bào nhỏ có thể ngừng hoạt động tại những thời điểm nhất định. Với nhiễu được giảm bớt, thì có thể duy trì hoặc thậm chí là cải thiện thông lượng mạng với các tài nguyên mạng bị giảm, trong các trường hợp chẳng hạn như phụ tải lưu lượng là nhẹ hoặc trung bình. Nếu phụ tải lưu lượng tăng lên thì phía mạng có thể kích hoạt một số tế bào nhỏ đang rảnh để hỗ trợ phụ tải lưu lượng đã tăng lên. Ví dụ, có thể tránh được việc truyền các tín hiệu chung trong các khung con nhất định mà không ảnh hưởng xấu đến các phép đo của UE. Nếu các giải pháp này bao gồm các tế bào ngừng truyền trong thời gian dài, thì việc phát hiện các tế bào này sẽ trở nên càng khó khăn hơn.

Khi thực hiện các hoạt động giám sát hạn chế, ví dụ, không truyền CRS hoặc CSI-RS, thì nút mạng/sóng mang/nhóm ăng ten, có thể cần phải chuyển tiếp sang trạng thái truyền/nhận (Tx/Rx) dữ liệu (trong đó CRS và/hoặc CSI-RS được truyền đi) khi có những UE đi vào vùng phủ sóng của nó. Với sự trợ giúp của mạng, thì các UE mà thoả mãn các tiêu chuẩn định trước (ví dụ, mức tổn hao trên đường truyền, phụ tải, khả năng di động) có thể truyền các

tín hiệu vật lý đặc biệt, được gọi là các tín hiệu yêu cầu chuyển tiếp (Transition Request Signal - TRS), bằng cách sử dụng kiểu nhảy tần cụ thể trên các tài nguyên được chỉ định. Dựa trên những sự phân bố cường độ/các mức tín hiệu nhận được, thì nút mạng/sóng mang/nhóm ăng ten sẽ xác định xem nên chuyển tiếp sang trạng thái Tx/Rx dữ liệu hay ở lại trong trạng thái theo dõi hạn chế. Điều này làm cho mạng thích ứng với các tình huống lưu lượng động.

Nhu cầu dịch vụ trong mạng có thể thay đổi đáng kể. Trong các trường hợp xấu hơn, chẳng hạn trong giờ mạng cao điểm hoặc giờ đỉnh điểm, thì nhu cầu dịch vụ có thể cao hơn nhiều so với bình thường. Để đối phó với các trường hợp này thì các nhà điều hành thường triển khai cơ sở hạ tầng mạng của họ theo cách sao cho nhu cầu dịch vụ đỉnh điểm có thể được thoả mãn. Điều này thường được thực hiện bằng cách sử dụng các tế bào lớn nhỏ hơn tương đối (với các kích thước tế bào được giảm bớt) được kết hợp với một lượng đáng kể các nút có công suất thấp (Low Power Node - LPN) vốn được phân bố dày đặc và thậm chí có thể là dư thừa trong điều kiện dịch vụ bình thường, và với nhiều sóng mang thành phần và các dải tần được hỗ trợ mà cũng có thể là dư thừa trong điều kiện dịch vụ bình thường. Cách triển khai cơ sở hạ tầng mạng này là nhắm đến các nhu cầu dịch vụ đỉnh điểm, và có thể trở nên dư thừa đối với các nhu cầu dịch vụ bình thường hoặc các nhu cầu dịch vụ không đỉnh điểm, vốn có thể thấp hơn đáng kể so với các nhu cầu đỉnh điểm. Trong trường hợp này, việc bố trí mạng dư thừa thường là không tối ưu, hay thậm chí là không phù hợp cho các nhu cầu dịch vụ bình thường.

Việc bố trí mạng dư thừa sẽ gây khó khăn cho việc quản lý/điều phối nhiều. Các giải pháp quản lý nhiều đã được đề xuất để đối phó với các điều kiện nhiều cụ thể, chẳng hạn các khung con gần như trống (Almost Blank Subframe - ABS) nhằm giảm nhiễu tế bào lớn khi tế bào lớn gây nhiễu mạnh với các UE pico trong kiểu triển khai macro-pico. Tuy nhiên, các giải pháp này không phải dành cho mạng dày đặc và dư thừa. Ví dụ, một vấn đề cần

được khắc phục là nhiễu trội có thể không phải là xuất phát từ một tế bào (ví dụ, tế bào lớn) mà là từ một số tế bào (ví dụ, một số tế bào cực nhỏ hoặc tế bào nhỏ), do đó, việc xoá trắng một tế bào sẽ không cải thiện hiệu suất được nhiều. Vấn đề khác là sự tiêu thụ năng lượng trong mạng được bố trí dư thừa. Việc giữ cho hầu hết các nút mạng hoạt động trong phần lớn thời gian có thể làm lãng phí một lượng năng lượng đáng kể, và còn có thể làm tăng sự phức tạp khi vận hành mạng, tăng chi phí, và tăng cả nguy cơ trục trặc.

Do đó, mong muốn là tạo ra sự linh hoạt và khả năng thích ứng ở mức độ cao hơn cho mạng, để mạng có thể thích ứng các tài nguyên của nó với các nhu cầu dịch vụ khác nhau một cách tốt hơn. Ví dụ, eNB có thể chuyển tiếp sang trạng thái truyền DL CRS, CSI-RS, hoặc PDSCH có tính đến các UE trong vùng phủ sóng của điểm/tế bào hoặc sóng mang/tần số của eNB, ví dụ, nếu số lượng UE trong vùng phủ sóng này được cho là lớn. eNB cũng có thể ngừng truyền hoặc quyết định không truyền DL CRS, CSI-RS, hoặc PDSCH trên một nhómăng ten có tính đến các UE trong vùng phủ sóng, ví dụ, nếu số lượng UE trong vùng phủ sóng này được cho là nhỏ.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện một điểm macro (điểm lớn) và hai điểm pico (điểm cực nhỏ), là Pico1 và Pico2. Không có UE nào trong vùng phủ sóng của Pico2 để mà phục vụ. Nếu tình hình này kéo dài trong một khoảng thời gian đáng kể, thì có thể có lợi nếu giảm các hoạt động Tx/Rx của Pico2, để giảm nhiễu và mức tiêu thụ năng lượng, ngoài các lợi ích khác. Do đó, Pico2 có thể ngừng truyền CRS và/hoặc CSI-RS và chỉ theo dõi một nhóm tài nguyên hạn chế. Ngược lại so với Pico2, thì Pico1 ở chế độ hoạt động tích cực và thực hiện việc Tx và/hoặc Rx dữ liệu với hai UE, là UE1 và UE3. Pico1 cũng thực hiện hoạt động truyền CRS và/hoặc CSI-RS. Điểm macro này phục vụ các UE là UE2, UE4, và UE5.

Fig.10 là hình vẽ thể hiện ảnh tại thời điểm sau đó của hệ thống trên Fig.9. Như được thể hiện trên Fig.10, có thêm các UE, là UE1 và UE2, đi vào vùng phủ sóng của Pico2. Việc phục vụ UE1 và UE 2 bằng các điểm mạng

khác, chẳng hạn điểm macro hoặc Pico1, có thể là khó khăn do khoảng cách tương đối của UE1 và UE2. Vì vậy, Pico2 cần phải biết, với sự trợ giúp của mạng, khi nào và bằng cách nào để quyết định tăng cường các hoạt động Tx/Rx của nó. Các trường hợp tương tự cũng tồn tại đối với các loại điểm mạng khác (các eNB, các RRH, các trạm chuyển tiếp, DAS), các nút giao tiếp trường gần, các sóng mang thành phần/các tần số, và các nhóm ăng ten, và những cách thức thực hiện tương tự cũng có thể được áp dụng cho các trường hợp này.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ thích ứng mạng để khắc phục vấn đề trên Fig.10, theo một phương án. Bởi vì UE1 và UE2 có mức tổn hao trên đường truyền là tương đối cao đối với các điểm phục vụ tích cực (Macro và Pico1) và có thể làm quá tải mạng, nên mạng có thể quyết định tìm kiếm các điểm phục vụ khác cho các UE này. Do đó, mạng có thể chọn và lệnh cho UE1 và/hoặc UE2 gửi các TRS trên các tài nguyên được mạng chỉ định với các mức công suất do mạng tạo cấu hình. Khi Pico2 nhận được các TRS này thì Pico2 chuyển tiếp sang chế độ tích cực hơn, chẳng hạn bằng cách truyền CRS/CSI-RS và sau đó phục vụ UE1 và/hoặc UE2. Theo cách khác, Pico2 có thể ở lại trong chế độ hoạt động hạn chế. Macro có thể đưa ra quyết định để điều khiển Pico2, dựa trên số liệu thống kê TRS nhận được trên Pico2, và một cách tùy chọn, dựa trên các điểm lân cận, chẳng hạn Pico1.

Giải pháp nêu trên có thể được dùng cho các mục đích chuyển tiếp/thích ứng tổng quát hơn, bao gồm việc bật hoặc tắt tế bào hoặc điểm, hoặc cải tạo để truyền hoặc nhận, chẳng hạn đối với các nhóm ăng ten, các kênh (ví dụ, PDSCH, CRS, CSI-RS), các nhóm sóng mang thành phần, các tần số, hoặc các thông số để truyền hoặc nhận (ví dụ, công suất Tx). Các phương án được đưa ra ở đây nhằm các mục đích thích ứng phù hợp, bao gồm việc bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ, chọn sóng mang, và điều khiển công suất đường xuống. Các giải pháp thích ứng này có thể là khác trong các khía cạnh khác nhau, tuy nhiên, các cơ chế, các quy trình, và các phép đo tương tự nhau có thể được

thực hiện để hỗ trợ các giải pháp này, như được mô tả dưới đây. Các giải pháp thích ứng này có thể được thực hiện cùng nhau trong sự triển khai tế bào nhỏ để bảo đảm sự hoạt động hiệu quả của các mạng.

Việc bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ ở đây có nghĩa là việc bật và tắt tế bào nhỏ một cách thích ứng. Khi tế bào nhỏ được bật lên, thì nó hoạt động như sóng mang kế thừa và có thể truyền các tín hiệu tồn tại trong một sóng mang kế thừa và các tín hiệu cần thiết để truyền dữ liệu, chẳng hạn các tín hiệu tham chiếu vốn được dùng cho các hoạt động đo đạc và giải điều chế. Các UE có thể truy cập tế bào nhỏ này và có thể nhận dữ liệu truyền từ tế bào này. Khi tế bào nhỏ này bị tắt đi thì nó sẽ không truyền bất kì tín hiệu nào, bao gồm các tín hiệu sóng mang kế thừa hoặc các tín hiệu vốn cần thiết để truyền dữ liệu. Các UE không thể truy cập tế bào nhỏ này và không thể nhận dữ liệu truyền từ tế bào này. Tuy nhiên, ngay cả khi tế bào nhỏ được tắt đi, thì bộ khuếch đại công suất (Power Amplifier - PA) của nó đối với đường truyền DL có thể hoặc không bị tắt đi. Sự quyết định này có thể phụ thuộc vào cách thức thực hiện mạng, và là trong suốt đối với các tiêu chuẩn trong mạng truy cập vô tuyến lớp 1 (Radio Access Network - RAN1) và mạng truy cập lớp 2 (RAN2) 3GPP. Việc chọn sóng mang của tế bào nhỏ là việc bật và tắt một hoặc nhiều trong số các sóng mang thành phần (Component Carrier - CC) của tế bào nhỏ một cách thích ứng. Kiểu truyền của CC đã được bật (hoặc tắt) có thể tương tự như kiểu truyền của tế bào nhỏ đã được bật (hoặc tắt). Việc điều khiển công suất đường xuống của tế bào nhỏ là việc làm thích ứng công suất truyền của tế bào nhỏ (hoặc CC của tế bào nhỏ), có thể bao gồm cả công suất kênh chung và công suất kênh dữ liệu.

Một mục đích của việc bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ là để tránh và điều phối nhiễu. Mạng có thể tắt các tế bào nhỏ được chọn đi để giảm nhiễu liên tế bào, ví dụ, nhiễu gây ra bởi các tín hiệu truyền trên kênh chung, chẳng hạn CRS. Với nhiễu được giảm bớt, thì có thể duy trì hoặc cải thiện thông lượng mạng với các tài nguyên mạng bị giảm trong các trường hợp chẳng hạn như

phụ tải lưu lượng là nhẹ hoặc trung bình. Nếu phụ tải lưu lượng tăng lên thì mạng có thể bật một số tế bào nhỏ đã bị tắt lên để hỗ trợ phụ tải lưu lượng nặng hơn. Việc bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ cũng có thể cho phép tiết kiệm năng lượng. Việc chọn sóng mang hoặc điều khiển công suất đường xuống của tế bào nhỏ có thể được thực hiện vì các mục đích tương tự hoặc các lợi ích khác.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một ví dụ của biểu đồ thời gian để bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ. Khoảng thời gian T_0 là khoảng thời gian mà trong đó tế bào nhỏ được tắt đi. Khoảng thời gian T_1 là khoảng thời gian giữa thời điểm mà quyết định “bật” được đưa ra và thời điểm mà tế bào nhỏ có thể truyền PDSCH. Độ dài của khoảng thời gian T_1 có thể phụ thuộc vào sự khả dụng của các phép đo UE đủ chính xác tại tế bào. Độ dài của T_1 có thể còn phụ thuộc vào, ví dụ, việc phải mất bao lâu để cấu hình tế bào có thể được các UE phát hiện hoặc được báo hiệu cho các UE (ví dụ, được báo hiệu từ tế bào lớn), việc phải mất bao lâu để UE có thể nhận các tín hiệu đường xuống từ tế bào nhỏ hoặc truyền các tín hiệu đường lên hợp lệ đến tế bào nhỏ (liên quan đến độ trễ bật/tắt), việc phải mất bao lâu để có thể thực hiện các phép đo ổn định, và/hoặc việc UE báo cáo các cấu hình. Do đó, thang thời gian đối với T_1 có thể là vài trăm mili giây (ms) có sử dụng các quy trình hiện có. Khoảng thời gian T_2 là khoảng thời gian mà trong đó PDSCH có thể được truyền đi, nhưng việc có hay không/khi nào/bằng cách nào các hoạt động truyền được thực hiện thì có thể phụ thuộc vào những cách thức thực hiện, ví dụ, các cấu hình bộ lập lịch hoặc các cấu hình truyền. Khoảng thời gian T_3 là khoảng thời gian giữa thời điểm mà quyết định “tắt” được đưa ra và thời điểm mà tế bào được tắt đi. Sự hoạt động của tế bào trong khoảng thời gian này có thể bao gồm việc chuyển giao các UE (nếu có) sang các tế bào khác, vốn có thể mất vài mili giây đến vài trăm mili giây. Có thể mong muốn là T_1 và T_3 đủ ngắn hơn T_2 và T_0 do T_1 và T_3 biểu thị những khoảng thời gian “giao thời” hoặc “có phụ tải”. Hoạt động bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ không thể diễn ra nhanh

hơn so với các thang thời gian của T_1 và T_3 , các khoảng thời gian giao thời cần thiết cho phép đo ổn định, hoặc các thang thời gian để báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC).

Fig.13 là hình vẽ thể hiện sự kiện/phương pháp báo hiệu để thích ứng mạng, chẳng hạn bật/tắt, chọn sóng mang, và điều khiển công suất của các tế bào nhỏ, theo một phương án. Các sự kiện/hoạt động báo hiệu này, bao gồm các bước tùy chọn (được thể hiện bằng các đường nét đứt), có thể được dùng cho mỗi trong số ba kỹ thuật thích ứng mạng. Một số trong số các sự kiện/hoạt động báo hiệu có thể diễn ra đồng thời với một số sự kiện/hoạt động báo hiệu khác. Có thể có những khoảng thời gian tiêu tốn, ví dụ, do sự trễ mạng trực, hoạt động dò cấu hình tế bào, các phép đo ổn định, hoạt động báo hiệu RRC, hoặc các lý do khác, vốn ảnh hưởng đến các thang thời gian khả thi để thích ứng mạng.

Các sự kiện/hoạt động báo hiệu này bao gồm, ở bước 1, việc gửi quyết định thích ứng từ tế bào lớn/thực thể mạng đến eNB (ví dụ, của tế bào nhỏ). Ở bước 2, eNB cập nhật cấu hình của nó, chẳng hạn cấu hình đồng bộ và/hoặc cấu hình tần số vô tuyến (Radio Frequency - RF). Ở bước 3, eNB truyền cấu hình đã được cập nhật của nó đến UE. Ở bước 4, UE thực hiện việc tìm kiếm tế bào. Ở bước 5, UE nhận từ tế bào lớn/thực thể mạng báo hiệu về thông tin đã được cập nhật. Ở bước 6, UE phản ứng bằng cách thực hiện ít nhất một trong số các hoạt động thay đổi cấu hình RF, phát hiện PSS/SSS, thu thập CRS, và thực hiện các phép đo RRM. Ở bước 7, UE thực hiện quy trình chuyển giao (HandOver - HO) với tế bào lớn/thực thể mạng để chuẩn bị cho kết nối mới. Ở bước 8, UE thực hiện quy trình truy cập ngẫu nhiên (RACH) với eNB. Ở bước 9, UE nhận báo hiệu RRC từ eNB. Ở bước 10, UE gửi báo cáo đo đạc (ví dụ, RRM/CSI) đến eNB. Ở bước 11, UE và eNB bắt đầu các quá trình truyền thông theo các cấu hình đã được cập nhật.

Bảng 1 dưới đây thể hiện các ví dụ về thang thời gian khả thi đối với các sự kiện/hoạt động báo hiệu khác nhau nêu trên. Những số bước trong cột sự

kiện/báo hiệu thì tương ứng với số đánh trên Fig.13. Đối với việc bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ, thì các thang thời gian khả thi có thể là khác nhau khi có hoặc không có sự trợ giúp của mạng. Với sự trợ giúp của mạng, thì mạng có thể báo cho UE biết về cấu hình đã được cập nhật (ví dụ, việc bật tế bào nhỏ), và sau đó UE có thể bắt đầu dò tìm cấu hình đã được cập nhật. Không có sự trợ giúp của mạng, thì UE có thể không biết về cấu hình đã được cập nhật và có thể đợi mãi cho đến khi nó bắt đầu dò tìm cấu hình đã được cập nhật. Sau khi một tế bào nhỏ được dò thấy, nếu UE có thể hỗ trợ khả năng kết nối kép, thì quy trình HO là không cần thiết nữa. Tuy nhiên, HO có thể là cần thiết đối với các UE không hỗ trợ khả năng kết nối kép.

Đối với việc chọn sóng mang, thì các thang thời gian khả thi có thể là khác nhau đối với các UE có khả năng CA và các UE không có khả năng CA. Một tế bào nhỏ đang phục vụ có thể tạo cấu hình CC được bật mới làm tế bào phụ cho UE có khả năng CA để CC này phục vụ UE này. Tuy nhiên, HO nội eNB là cần thiết cho UE không có khả năng CA để CC phục vụ UE này.

Đối với hoạt động điều khiển công suất đường xuống, thì sự thay đổi nhỏ về công suất đường truyền xuống có thể không cần phải được báo hiệu cho UE, và hoạt động truyền thông dựa trên công suất truyền đã cập nhật có thể diễn ra sau vài mili giây do quá trình giao thời do sự thay đổi công suất nhỏ thường là ngắn. Tuy nhiên, sự thay đổi lớn/đột ngột trong công suất đường truyền xuống có thể cần phải được báo cho UE. Nếu không thì các quá trình truyền thông giữa eNB và UE có thể trở nên không tin cậy do UE ước lượng sai công suất truyền. Sự thay đổi này có thể được báo hiệu cho UE dựa trên các cơ chế hiện có, chẳng hạn thông qua hoạt động nhắn tin/cải tạo thông tin hệ thống, vốn có thể cần ít nhất là vài trăm mili giây (ms). Một điều phổ biến trong hệ thống LTE là hoạt động cải tạo thông tin hệ thống không nên được cập nhật một cách thường xuyên (nói chung là không nên bị thay đổi trong nhiều giờ). Nếu báo hiệu cải tạo thông tin hệ thống được gửi đi, thì UE

cần phải thu thập lại toàn bộ thông tin hệ thống, vốn không phải là cách hiệu quả để thích ứng công suất.

Theo Bảng 1, các giá trị khả thi của các thang thời gian khả thi để thích ứng mạng, ví dụ, nhờ sử dụng các quy trình hiện có, có thể được đặt như sau: từ khoảng 400 ms đến khoảng 2000 ms để bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ, từ khoảng 300 ms đến khoảng 1200 ms để chọn sóng mang của tế bào nhỏ, và từ khoảng 10 ms đến khoảng 400 ms để điều khiển công suất đường xuống của tế bào nhỏ.

Bảng 1. Các ví dụ về thang thời gian khả thi (đơn vị thời gian: ms).

Sự kiện/ báo hiệu	Ghi chú	Bật/tắt		Chọn sóng mang	Điều khiển công suất DL
		Có sự hỗ trợ của mạng	Không có hỗ trợ của mạng		
1	Quyết định thích ứng được gửi qua mạng trực	0~60		0~60	0~60
2	Đồng bộ tế bào nhỏ, bật RF	0~100		0~5	0
3	Tế bào nhỏ truyền dựa trên cấu hình đã được cập nhật	~0		~0	~0
4	Khoảng trống tìm kiếm tế bào của UE (không cần thiết với hỗ trợ của mạng)	0	100~1000 hoặc hơn	~0	~0
5	Báo hiệu mạng về cấu hình đã được cập nhật, qua RRC, nhấn tin	100~200(có thể đồng thời với Bước 2)	0	100~200	0~300
6.1	UE thay đổi RF	0~10		0~10	~0
6.2	UE dò PSS/SSS	0	10~200	0~200	~0
6.3	Thu thập CRS T/F	~10		0~10	~0
6.4	Phép đo RRM của UE	~200		~200	0~200(có thể đồng thời với Bước 5)
7	Chuẩn bị cho kết nối mới (ví dụ, quy trình HO, thay đổi S-cells, thay đổi các tế bào kết nối kép)	100~600		0~200	~0
8	Quy trình RACH	20~40		20~40	~0
9	Báo hiệu RRC của tế bào nhỏ về các cấu hình cụ thể của UE	100~200		0~200	~0
10	Các báo cáo đo đạc (RRM/CSI)	10~50		10~50	10~50
	Tổng	440~1070	450~2070 hoặc hơn	330~1175	10~410

Fig.14 là hình vẽ thể hiện một trường hợp thông thường để UE kết nối với tế bào đã bật. UE được phục vụ trước hết bởi tế bào thứ nhất, ví dụ, bởi điểm macro. Khi tế bào thứ hai, ví dụ, tế bào nhỏ, gần UE bật lên, thì UE thực hiện các phép đo dựa trên CRS đối với tế bào thứ hai, và báo cáo các phép đo này cho mạng. Sau khi nhận được thông tin tạo cấu hình lại RRC, thì

UE kết nối đến tế bào thứ hai. Trong trường hợp này, có thể có một khoảng thời gian trễ đáng kể giữa thời điểm mà tế bào thứ hai bật lên và thời điểm mà UE thực hiện các phép đo dựa trên CRS đối với tế bào thứ hai. Điều này có thể là do, ví dụ, thời gian tìm kiếm tế bào và hoạt động dò tìm tín hiệu cần thiết từ tế bào thứ hai của UE. Khoảng thời gian trễ dài là không được mong muốn, vì điều đó có nghĩa là tế bào đã được bật phải đợi lâu để phục vụ UE. Do đó, cần có giải pháp để bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ để giảm thời gian chuyển tiếp để UE kết nối vào tế bào nhỏ (ví dụ, điểm pico) đã bật.

Fig.15 là hình vẽ thể hiện phương pháp bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ với thời gian chuyển tiếp đã được giảm, theo một phương án. Khi UE được phục vụ bởi tế bào thứ nhất, thì UE có thể thực hiện các phép đo đường xuống dựa trên tín hiệu tham chiếu dò tìm (Discovery Reference Signal - DRS) tế bào đã được tắt của tế bào thứ hai hoặc tín hiệu tham chiếu DL khác. Khi đã được tắt đi thì tế bào thứ hai vẫn có thể gửi các tín hiệu tham chiếu DL, chẳng hạn DRS, để các UE xung quanh dò tìm. Do đó, khi UE ở trong vùng phủ sóng của tế bào nhỏ và dò thấy DRS này, thì UE sẽ thực hiện các phép đo theo đó và báo cáo các phép đo (các phép đo RRM dựa trên DRS (RSRP/RSRQ)) đến mạng. Sau đó tế bào thứ hai được bật lên, ví dụ, thông qua hoạt động báo hiệu của mạng, và UE nhận báo hiệu tạo cấu hình lại RRC. Sau đó UE kết nối đến tế bào thứ hai theo thông tin tạo cấu hình lại này. Phương pháp này cho phép giảm bớt thời gian chuyển tiếp giữa thời điểm bật tế bào thứ hai lên và thời điểm kết nối vào tế bào thứ hai, so với trường hợp thông thường trên Fig.14. Cụ thể là, việc để cho tế bào nhỏ tiếp tục gửi các tín hiệu DRS khi đã được tắt đi sẽ cho phép UE dò tìm thấy tế bào nhỏ nhanh chóng hơn và tránh được độ trễ dài vốn do phải thực hiện phép đo RRM dựa trên CRS cần thiết, vốn mất ít nhất là 200 ms. Ngoài ra, khi mạng nhận được các báo cáo đo đạc từ UE, thì mạng có thể tạo cấu hình thông tin cụ thể theo UE cho UE trực tiếp và tránh được các bước tạo cấu hình thêm, để giảm thời gian chuyển tiếp.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện phương pháp bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ với thời gian chuyển tiếp đã được giảm bớt, có sử dụng sự trợ giúp của mạng, theo phương án khác. Khi UE được phục vụ bởi tế bào thứ nhất và tế bào thứ hai, ví dụ, tế bào nhỏ, với chức năng dò tìm tiệm cận của UE đã được bật lên, thì mạng sẽ báo hiệu để hỗ trợ UE kết nối đến tế bào thứ hai. Báo hiệu từ mạng này cho UE biết về sự hiện diện của tế bào nhỏ đã được bật trong tầm. Vì vậy, UE dò thấy tế bào thứ hai (dựa trên CRS và/hoặc DRS của tế bào thứ hai) và thực hiện các phép đo theo đó, rồi báo cáo các phép đo cho mạng. Sau đó UE nhận báo hiệu tạo cấu hình lại RRC và kết nối đến tế bào thứ hai theo đó. Phương pháp này cho phép giảm bớt thời gian chuyển tiếp giữa thời điểm bật tế bào thứ hai lên và thời điểm kết nối vào tế bào thứ hai, so với trường hợp thông thường trên Fig.14. Cụ thể là, hoạt động báo hiệu có sự trợ giúp của mạng sẽ cho phép UE dò thấy tế bào thứ hai và nhờ đó thực hiện và báo cáo các phép đo cần thiết với độ trễ được giảm.

Báo hiệu có sự trợ giúp của mạng này có thể được gửi đến UE từ nút mạng mà UE được nối tới, chẳng hạn tế bào thứ nhất. Mục đích của báo hiệu này là để báo cho UE biết rằng sắp/đang hoặc đã diễn ra sự thay đổi cấu hình mạng. Do đó, khoảng trống tìm kiếm tế bào của UE ở bước 4 trên Fig.13 và Bảng 1 và giữa các bước 2 và 3 trên Fig.14 có thể được giảm đáng kể. Nếu không có báo hiệu này thì UE có thể không thực hiện hoạt động tìm kiếm tế bào một cách cần thiết nếu nó không thấy vấn đề gì với các kết nối hiện tại của nó, do đó, cấu hình mạng đã được cập nhật có thể không được các UE ở gần biết đến và không thể đem lại lợi ích mong muốn bằng cách phục vụ các UE này.

Ví dụ, khi phụ tải lưu lượng tăng dần lên, thì mạng sẽ quyết định bật một hoặc nhiều tế bào nhỏ để tăng dung lượng của mạng và giảm tải các tế bào đang phục vụ hiện tại. Tuy nhiên, sau khi các tế bào nhỏ đã được bật lên thì các UE có thể không thấy sự xuất hiện/sự thay đổi liên kết vô tuyến nào, nên chúng có thể không thực hiện hoạt động tìm kiếm tế bào nào. Trong trường

hợp này, các tế bào đã được bật có thể không đóng góp được gì cho lợi ích hệ thống mà còn làm tăng mức độ nhiễu trong mạng, điều này là không mong muốn.

Báo hiệu có sự trợ giúp của mạng có thể được gửi đến các UE để các UE có thể bắt đầu tìm kiếm tế bào khi nhận được báo hiệu này và thực hiện các phép đo. Báo hiệu này có thể là báo hiệu RRC hiện có để cải tạo kết nối RRC (ví dụ, thông qua báo hiệu RRCConnectionReconfiguration vốn bao gồm measConfig để tạo cấu hình lại cho các phép đo, hoặc cập nhật ngưỡng và các thông số trễ vốn được sử dụng trong các sự kiện đo sao cho sự kiện đo có nhiều khả năng được kích hoạt hơn). Điều này có thể có tác dụng trong trường hợp mà mạng có đủ thông tin về các vị trí tương đối/chất lượng kênh của các UE và các tế bào nhỏ đã được bật, hoặc trong trường hợp mà mạng có thể tạo cấu hình lại cho các UE sao cho chúng có thể theo dõi các tế bào nhỏ nhất định vừa mới được bật lên. Theo một phương án, các ID tế bào của các tế bào nhỏ đã được bật và các thông tin liên quan có thể được mang trong tín hiệu tạo cấu hình lại, nhờ đó UE có thể không cần thực hiện quá trình tìm kiếm tế bào mù mù nào. UE có thể chỉ cần dò tìm PSS/SSS/PBCH của tế bào được liên kết và thu thập thông tin hệ thống, điều này cho phép giảm thang thời gian khả thi một cách đáng kể. Điều này có thể được thực hiện bằng cách tạo cấu hình cho UE bằng đối tượng đo đối với tế bào nhỏ đã được bật, và/hoặc cập nhật danh sách lân cận của UE.

Theo những cách thức thực hiện khả thi khác, mạng không báo hiệu thông tin về các tế bào nhỏ đã được bật cho các UE, mà thay vào đó, sẽ báo cho các UE biết rằng có sự thay đổi đang diễn ra. Do đó, các UE có thể bắt đầu thực hiện việc tìm kiếm tế bào. Khi UE nhận được tín hiệu tạo cấu hình lại này thì nó có thể xóa các bộ lọc đo của mình (ví dụ, các bộ lọc bao gồm các bộ lọc đo nhiễu và các bộ lọc đo RSSI) vốn được liên kết với một số tiến trình đo hoặc các tiến trình đo được chỉ định. UE cũng có thể bắt đầu quá trình tìm kiếm tế bào nội tần và/hoặc liên tần. Theo các phương án khác nhau,

báo hiệu tạo cấu hình lại bao gồm tổ hợp bất kì trong số nhãn thời gian để xoá tiến trình đo, nhãn thời gian để khởi động thao tác tìm kiếm tế bào nội tần và/hoặc liên tần, bộ chỉ thị xem có thực hiện hoạt động tìm kiếm tế bào nội tần và/hoặc liên tần hay không, bộ chỉ thị xem có xoá phép đo hay không, và các thông tin liên quan khác.

Theo một số phương án, các tín hiệu tạo cấu hình lại cũng có thể được dùng cho các mục đích khác, chẳng hạn dò tìm. Các tín hiệu được dùng để dò tìm (hoặc các mục đích khác) có thể được tách riêng khỏi các tín hiệu vốn được dùng để hỗ trợ các UE tìm kiếm các tế bào nhỏ mới hoặc xác định các cấu hình mạng mới. Tín hiệu để kích hoạt hoạt động tìm kiếm tế bào có thể là báo hiệu lớp cao cụ thể theo UE (ví dụ, RRC), báo hiệu lớp vật lý (ví dụ, trong PDCCH/EPDCCH), hoặc trong các kênh chung.

Quy trình HO có thể diễn ra sau khi UE dò thấy các tế bào nhỏ mới, vốn có thể thường mất vài trăm mili giây. Tuy nhiên trong một số trường hợp, quy trình HO là không cần thiết và không được sử dụng, nhờ đó mà thời gian chuyển tiếp còn được giảm hơn nữa. Ví dụ, nếu UE có thể hỗ trợ khả năng kết nối kép hoặc khả năng truy cập đa tế bào, thì UE có thể được tạo cấu hình để bổ sung/cải tạo kết nối. Theo ví dụ khác, nếu tế bào được bật là CC của tế bào đang phục vụ của UE, thì tế bào đang phục vụ này có thể tạo cấu hình cho CC được bật này làm tế bào phụ của UE mà không cần HO nếu UE hỗ trợ CA, hoặc tế bào đang phục vụ này có thể khởi tạo quá trình HO nội eNB giữa các CC, vốn cũng có thể giảm các thang thời gian. Theo cách khác, eNB có thể gửi tín hiệu bật/tắt Scell thông qua báo hiệu MAC, vốn nhanh hơn so với tín hiệu thêm/bớt HO và Scell.

Các phương án khác để bật/tắt thích ứng tế bào nhỏ bao gồm các hệ thống dựa trên tín hiệu UL và các kỹ thuật dựa trên tín hiệu DL. Trong các hệ thống dựa trên tín hiệu UL thì các tế bào nhỏ sẽ theo dõi đường lên, chẳng hạn RACH, SRS, hoặc những hoạt động cải tạo các tín hiệu hiện có. Trong các hệ thống dựa trên tín hiệu DL thì mạng sẽ quyết định bật các kênh DL

nhất định, ví dụ, các tín hiệu tham chiếu DL để UE thực hiện các phép đo, dựa trên các cơ chế chẳng hạn như truyền tín hiệu tham chiếu DL tuần hoàn (ví dụ, DRS), nhờ sử dụng thông tin phụ tải/thông tin vị trí được gửi từ một số thực thể mạng dưới dạng tín hiệu kích hoạt (ví dụ, tín hiệu đánh thức), hoặc nhờ sử dụng các tín hiệu UL làm tín hiệu kích hoạt. Các hệ thống dựa trên tín hiệu UL có thể là chưa đủ do các phép đo DL có thể là cần thiết để mạng đưa ra những quyết định chuyển tiếp tốt hơn. Một số hệ thống dựa trên tín hiệu DL có thể dùng tín hiệu UL làm tín hiệu đánh thức. Các tín hiệu tham chiếu DL để UE thực hiện các phép đo có thể được kích hoạt bởi tín hiệu UL từ các UE. Báo hiệu đường xuống mới cũng có thể được dùng để cho phép mạng cảnh báo cho các UE gần nó biết về sự hiện diện của nó và kích hoạt việc truyền tín hiệu đánh thức.

Đối với việc điều khiển công suất, thì mạng thường báo những sự thay đổi công suất truyền cho các UE, nhờ sử dụng các quy trình chẳng hạn như nhắn tin, ví dụ, với thông số *systeminformationmodification*. Tuy nhiên, hoạt động nhắn tin và nhận thông tin hệ thống này có thể mất ít nhất vài trăm mili giây. Cách khác để báo cho các UE biết về những sự thay đổi công suất là thông qua việc tạo cấu hình lại tế bào phụ hoặc thông qua việc điều khiển di động, vốn có thể không áp dụng được cho tất cả các trường hợp điều khiển công suất. Mong muốn có hệ thống báo hiệu mới để mang thông tin về sự thay đổi công suất tế bào với thời gian chuyển tiếp được giảm bớt.

Fig.17 là hình vẽ thể hiện một phương án để thích ứng công suất truyền với thời gian chuyển tiếp đã được giảm. Báo hiệu cụ thể được dùng để báo cho UE biết rằng công suất truyền của tế bào (hoặc công suất truyền RS cụ thể theo tế bào) được thay đổi bằng giá trị tính theo dB. Báo hiệu này có thể là báo hiệu lớp cao cụ thể theo UE (ví dụ, RRC), báo hiệu lớp vật lý (ví dụ, trong PDCCH/EPDCCH), hoặc trong các kênh chung. Khi nhận được tín hiệu này thì UE sẽ cập nhật kết quả ước lượng tổn hao trên đường truyền của nó, vốn có thể (hoặc không) ảnh hưởng đến công suất đường truyền lên của UE

(do hoạt động điều khiển công suất đường lên vòng kín) và bù các kết quả đo CSI của nó dựa trên những mối quan hệ giữa các mức công suất giữa công suất RS và tỉ số EPRE mà UE cần ước lượng khi tạo báo cáo đo đặc CSI. Fig.18 là hình vẽ thể hiện mối quan hệ giữa các mức công suất của các tín hiệu khác nhau. Nói chung, công suất CRS được báo hiệu trong thông tin hệ thống và/hoặc cấu hình RRC. Mức công suất này có thể được làm thích ứng công suất. Công suất kênh điều khiển (Control CHannel - CCH) được so sánh tương đối với công suất CRS trong khoảng $(-6, +4)$ dB. Công suất PDSCH được so sánh tương đối với công suất CRS và tỉ số này được báo hiệu dưới dạng các giá trị ρ_A hoặc ρ_B , trong đó giá trị ρ_A được dùng trên các kí hiệu OFDM không có CRS, và ρ_B được dùng trên các kí hiệu OFDM có CRS. Công suất CSI-RS được so sánh tương đối với công suất PDSCH mà không có CRS, và tỉ số P_c là tỉ số ước lượng được của PDSCH EPRE trên CSI-RS EPRE khi UE tạo ra phản hồi CSI, và lấy các giá trị trong khoảng $[-8, 15]$ dB với mỗi bước là 1 dB, trong đó PDSCH EPRE tương ứng với các kí hiệu mà có tỉ số của PDSCH EPRE trên EPRE RS cụ thể theo tế bào (CRS) bằng giá trị ρ_A . Do đó, nếu công suất CRS được làm thích ứng, thì UE cần cập nhật công suất CCH, công suất PDSCH, công suất CSI-RS ước lượng được của nó theo đó, do đó, báo cáo đo đặc CSI cũng được cập nhật để phản ánh sự thay đổi công suất này. Công suất này có thể được dùng để dịch các kết quả đo của UE, và theo đó UE có thể cần tính toán lại CSI của nó, bao gồm RI, PMI, và mức độ CQI và MCS đã được mã hoá trước. Kết quả ước lượng không tổn hao trên đường truyền của UE là dựa trên phép đo CRS, nên kết quả ước lượng không tổn hao trên đường truyền này cần phải được cập nhật để phản ánh sự thay đổi công suất này. Nếu không thì UE sẽ gửi các tín hiệu UL dựa trên kết quả ước lượng không tổn hao trên đường truyền đã cũ, vốn có thể là quá cao (gây ra nhiễu mạnh) hoặc quá thấp (khiến eNB không thể giải mã được). Sự thay đổi công suất này có thể được dùng để dịch kết quả ước lượng không tổn hao trên đường truyền của UE, theo đó là công suất truyền UL.

Các vấn đề tiềm ẩn khác để thích ứng mạng bao gồm vấn đề phạm vi phủ sóng nếu tế bào nhỏ hoặc CC được phép tắt hoặc giảm bớt công suất (truyền trên kênh chung) của nó. Tuy nhiên, nếu lớp phủ sóng được sử dụng, chẳng hạn lớp macro (lớp lớn), thì vấn đề phạm vi phủ sóng có thể được giải quyết nhờ lớp phủ sóng này. Ngoài ra, các UE rảnh cũng có thể được hỗ trợ nếu chúng cư trú trong lớp phủ sóng này, vốn có thể được phép trong cơ chế chọn tế bào hiện tại. Do đó, phạm vi phủ sóng của mạng và khả năng hỗ trợ UE rảnh có thể được bảo đảm nếu có lớp phủ sóng (ví dụ, lớp macro). Để ngăn không cho UE vốn cư trú trong tế bào nhỏ thực hiện việc bật/tắt, thì tế bào nhỏ có thể được đưa vào danh sách đen.

Fig.19 là hình thể hiện sơ đồ khối của hệ thống xử lý 1900 mà có thể được dùng để thực hiện các phương án khác nhau. Ví dụ, hệ thống xử lý 1900 này có thể là một phần của UE, eNB, nút có công suất thấp, hoặc các thiết bị mạng khác. Các thiết bị cụ thể có thể tận dụng tất cả các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ một bộ phận của các thành phần này, và mức độ kết hợp có thể thay đổi từ thiết bị này đến thiết bị khác. Ngoài ra, một thiết bị có thể chứa nhiều thành phần, chẳng hạn nhiều khối xử lý, nhiều bộ xử lý, nhiều bộ nhớ, nhiều bộ phát, nhiều bộ thu, v.v.. Hệ thống xử lý 1900 này có thể bao gồm khối xử lý 1901 được trang bị một hoặc nhiều thiết bị nhập/xuất, chẳng hạn loa, micrô, chuột, màn hình cảm ứng, bàn phím, máy in, màn hình hiển thị, v.v.. Khối xử lý 1901 có thể bao gồm khối xử lý trung tâm (CPU) 1910, bộ nhớ 1920, thiết bị lưu trữ dung lượng lớn 1930, bộ điều hợp video 1940, và giao diện I/O 1960 được nối với buýt. Buýt này có thể là một hoặc nhiều buýt thuộc kiến trúc bất kì trong số các kiến trúc bao gồm buýt bộ nhớ hoặc bộ điều khiển bộ nhớ, buýt ngoại vi, buýt video, v.v..

CPU 1910 có thể bao gồm loại bộ xử lý dữ liệu điện tử bất kì. Bộ nhớ 1920 có thể bao gồm loại hệ thống nhớ bất kì, chẳng hạn bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên tĩnh (Static Random Access Memory - SRAM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên động (Dynamic Random Access Memory - DRAM), DRAM

đồng bộ (Synchronous DRAM - SDRAM), bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory - ROM), tổ hợp của chúng, v.v.. Theo một phương án, bộ nhớ 1920 này có thể bao gồm ROM để dùng khi khởi động, và DRAM để lưu giữ chương trình và dữ liệu để sử dụng trong lúc chạy các chương trình. Theo các phương án thực hiện, bộ nhớ 1920 là bộ nhớ bất biến. Thiết bị lưu trữ dung lượng lớn 1930 có thể bao gồm loại thiết bị lưu trữ bất kì được tạo cấu hình để lưu dữ liệu, các chương trình và các thông tin khác, và cho phép truy cập đến dữ liệu, các chương trình và các thông tin này thông qua buýt. Thiết bị lưu trữ dung lượng lớn 1930 có thể bao gồm, ví dụ, một hoặc nhiều trong số ổ thể rắn, ổ đĩa cứng, ổ đĩa từ, ổ đĩa quang, v.v..

Bộ điều hợp video 1940 và giao diện I/O 1960 cung cấp các giao diện để ghép các thiết bị nhập và các thiết bị kết xuất bên ngoài vào khối xử lý. Như được thể hiện trên hình vẽ, các ví dụ về các thiết bị nhập và kết xuất bao gồm màn hiển thị 1990 được ghép vào bộ điều hợp video 1940 và tổ hợp bất kì của chuột/bàn phím/máy in 1970 được ghép vào giao diện I/O 1960. Các thiết bị khác có thể được ghép vào khối xử lý 1901, và các các giao tiếp cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, các giao tiếp nối tiếp (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được dùng để cung cấp giao diện nối tiếp cho máy in.

Khối xử lý 1901 này còn bao gồm một hoặc nhiều giao diện mạng 1950, vốn có thể bao gồm các liên kết dùng dây, chẳng hạn cáp Ethernet, v.v., và/hoặc các liên kết không dây đến các nút truy cập hoặc một hoặc nhiều mạng 1980. Giao diện mạng 1950 cho phép khối xử lý 1901 truyền thông với các khối ở xa thông qua các mạng 1980 này. Ví dụ, giao diện mạng 1950 này có thể cho phép truyền thông không dây thông qua một hoặc nhiều bộ phát/ăng ten phát và một hoặc nhiều bộ thu/ăng ten thu. Theo một phương án, khối xử lý 1901 được ghép vào mạng cục bộ hoặc mạng diện rộng để xử lý dữ liệu và truyền thông với các thiết bị ở xa, chẳng hạn các khối xử lý khác, mạng Internet, các cơ sở hạ tầng lưu trữ ở xa, v.v..

Mặc dù một vài phương án đã được cung cấp trong phần mô tả, nhưng cần hiểu rằng các hệ thống và các phương pháp được bộc lộ nêu trên có thể được thực hiện dưới nhiều dạng cụ thể khác mà không nằm ngoài ý tưởng hoặc phạm vi của sáng chế. Các ví dụ được nêu là nhằm mục đích minh họa chứ không nhằm mục đích giới hạn, và ý tưởng của sáng chế không bị giới hạn ở các chi tiết được nêu trong bản mô tả này. Ví dụ, các phần tử hoặc các thành phần khác nhau có thể được kết hợp hoặc được tổng hợp trong hệ thống khác, hoặc các dấu hiệu nhất định có thể được lược bỏ, hoặc không được thực hiện.

Ngoài ra, các kĩ thuật, các hệ thống, các hệ thống con, và các phương pháp được mô tả và được thể hiện trong các phương án khác nhau, dưới dạng rời rạc hoặc riêng rẽ, là có thể được kết hợp hoặc được tổng hợp với các hệ thống, các môđun, các kĩ thuật, hoặc các phương pháp khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế. Các phần tử khác mà được thể hiện hoặc được mô tả dưới dạng được ghép hay ghép hoặc truyền thông trực tiếp với nhau thì cũng có thể được ghép hoặc truyền thông gián tiếp với nhau qua giao diện, thiết bị, hoặc thành phần trung gian nhất định, bằng phương pháp điện học, cơ học, hoặc cách khác. Các phương án thay đổi và thay thế khác có thể được chuyên gia trong lĩnh vực kĩ thuật này tạo ra mà không nằm ngoài phạm vi được bộc lộ trong bản mô tả này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng bởi thành phần mạng, phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi thành phần mạng, tín hiệu tham chiếu dò tìm (discovery reference signal, DRS), từ bộ điều khiển mạng, bộ điều khiển mạng ở chế độ truyền có tắt;

thực hiện, bởi thành phần mạng, các phép đo theo DRS;

báo cáo các phép đo cho mạng được liên kết với bộ điều khiển mạng;

nhận, ở thành phần mạng, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control, RRC), từ mạng, báo hiệu RRC bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa thành phần mạng và bộ điều khiển mạng; và

kết nối thành phần mạng với bộ điều khiển mạng theo thông tin cấu hình.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

nhận, ở thành phần mạng, báo hiệu từ mạng, báo hiệu này chỉ báo thay đổi trong công suất truyền của tín hiệu tham chiếu được liên kết với thành phần mạng; và

cập nhật thông số tổn hao trên đường truyền ở thành phần mạng theo thay đổi trong công suất truyền.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

thay đổi mức công suất truyền ở thành phần mạng theo tổn hao trên đường truyền được cập nhật; và

bù tín hiệu tham chiếu chỉ thị tình trạng kênh (Channel Status Indicator Reference Signal - CSI-RS), dựa trên các phép đo ở thành phần mạng theo tổn hao trên đường truyền được cập nhật.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó các phép đo là các phép đo quản lý tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Management - RRM).

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó thành phần mạng được kết nối với bộ điều khiển mạng thứ hai trước khi nhận DRS từ bộ điều khiển mạng.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó báo hiệu RRC được nhận qua bộ điều khiển mạng thứ hai.

7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phương pháp còn bao gồm bước thực hiện thủ tục chuyển giao từ bộ điều khiển mạng thứ hai sang bộ điều khiển mạng khi kết nối thành phần mạng với bộ điều khiển mạng.

8. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bộ điều khiển mạng là tế bào nhỏ, và trong đó bộ điều khiển mạng thứ hai là một trong tế bào lớn và tế bào nhỏ thứ hai được liên kết với mạng.

9. Thành phần mạng hỗ trợ thích ứng mạng, thành phần mạng bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến lưu trữ chương trình để thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để thực hiện các bước sau:

nhận DRS, từ tế bào nhỏ, tế bào nhỏ ở chế độ truyền có tắt;

thực hiện các phép đo theo DRS;

báo cáo các phép đo cho mạng được liên kết với tế bào nhỏ;

nhận RRC, báo hiệu từ mạng, báo hiệu RRC bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa thành phần mạng và tế bào nhỏ; và

kết nối thành phần mạng với tế bào nhỏ theo thông tin cấu hình.

10. Thành phần mạng theo điểm 9, chương trình bao gồm các lệnh khác để triển khai các bước sau:

dò thấy báo hiệu từ mạng, báo hiệu này chỉ báo thay đổi trong công suất truyền của tín hiệu tham chiếu được liên kết với thành phần mạng; và

cập nhật thông số tổn hao trên đường truyền ở thành phần mạng theo thay đổi trong công suất truyền.

11. Thành phần mạng theo điểm 10, chương trình bao gồm các lệnh khác để triển khai các bước sau:

thay đổi mức công suất truyền ở thành phần mạng theo tổn hao trên đường truyền được cập nhật; và

bù CSI-RS, dựa trên các phép đo ở thành phần mạng theo tổn hao trên đường truyền được cập nhật.

12. Thành phần mạng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, trong đó các phép đo là các phép đo RRM, và bao gồm ít nhất một trong công suất thu được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Power - RSRP), và chất lượng nhận được từ tín hiệu tham chiếu (Reference Signal Received Quality - RSRQ).

13. Thành phần mạng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, thành phần mạng là thiết bị người dùng (user equipment, UE).

14. Phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng bởi bộ điều khiển mạng, phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi bộ điều khiển mạng, báo cáo của các phép đo dựa trên DRS từ UE, các phép đo dựa trên DRS này được thực hiện bởi UE khi nhận DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai ở chế độ truyền có tắt;

gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến bộ điều khiển mạng thứ hai, một trong yêu cầu bật truyền ở bộ điều khiển mạng thứ hai và yêu cầu để phục vụ UE bởi bộ điều khiển mạng thứ hai; và

gửi, bởi bộ điều khiển mạng thứ hai đến UE, báo hiệu, trong đó báo hiệu này là báo hiệu RRC hoặc báo hiệu lớp vật lý bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó phương pháp còn bao gồm bước gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến UE, báo hiệu chỉ báo thay đổi trong công suất truyền của tín hiệu tham chiếu được liên kết với UE.

16. Phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng, phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi bộ điều khiển mạng, báo cáo của các phép đo dựa trên DRS từ UE, DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai ở chế độ truyền có tắt;

gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến bộ điều khiển mạng thứ hai, yêu cầu bật truyền ở bộ điều khiển mạng thứ hai hoặc yêu cầu để phục vụ UE bởi bộ điều khiển mạng thứ hai; và

gửi, bởi bộ điều khiển mạng thứ hai đến UE, báo hiệu, báo hiệu này là báo hiệu RRC hoặc báo hiệu lớp vật lý bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

17. Bộ điều khiển mạng hỗ trợ thích ứng mạng, bộ điều khiển mạng bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến lưu trữ chương trình để thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

nhận báo cáo của các phép đo dựa trên DRS từ UE, các phép đo dựa trên DRS này được thực hiện bởi UE khi nhận DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai ở chế độ truyền có tắt;

gửi đến bộ điều khiển mạng thứ hai một trong yêu cầu bật truyền ở bộ điều khiển mạng thứ hai và yêu cầu để phục vụ UE bởi bộ điều khiển mạng thứ hai; và

gửi báo hiệu đến UE, báo hiệu này là RRC, hoặc báo hiệu lớp vật lý bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

14. Bộ điều khiển mạng theo điểm 13, trong đó chương trình bao gồm các lệnh khác để gửi, đến UE, báo hiệu chỉ báo thay đổi công suất truyền của tín hiệu tham chiếu được liên kết với UE.

15. Bộ điều khiển mạng theo điểm 13, trong đó bộ điều khiển mạng là một trong tế bào lớn và tế bào nhỏ, và trong đó bộ điều khiển mạng thứ hai là tế bào nhỏ thứ hai.

20. Phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng bởi bộ điều khiển mạng, phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi bộ điều khiển mạng, báo cáo của các phép đo dựa trên DRS từ UE, DRS từ bộ điều khiển mạng thứ hai trong chế độ truyền có tắt;

gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến bộ điều khiển mạng thứ hai, yêu cầu bật đường truyền ở bộ điều khiển mạng thứ hai hoặc yêu cầu để phục vụ UE bởi bộ điều khiển mạng thứ hai; và

gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến UE, báo hiệu RRC, báo hiệu RRC này bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ hai.

21. Phương pháp theo điểm 20, trong đó phương pháp còn bao gồm bước gửi, bởi bộ điều khiển mạng đến UE, báo hiệu chỉ báo thay đổi trong công suất truyền của tín hiệu tham chiếu được liên kết với UE.

22. Phương pháp hỗ trợ thích ứng mạng, phương pháp bao gồm các bước:

gửi, bởi bộ điều khiển mạng thứ nhất trong phiên truyền có tắt, DRS, đối với các phép đo cho UE;

nhận, bởi bộ điều khiển mạng thứ nhất, yêu cầu từ bộ điều khiển mạng thứ hai phục vụ UE, trong đó yêu cầu này là yêu cầu được gửi bởi bộ điều khiển mạng thứ hai để bật đường truyền ở bộ điều khiển mạng thứ nhất hoặc yêu cầu bật bộ điều khiển mạng thứ nhất phục vụ UE đáp lại báo cáo được gửi bởi UE dựa trên các phép đo của DRS; và

gửi, bởi bộ điều khiển mạng thứ nhất đến UE, báo hiệu, báo hiệu này là báo hiệu RRC hoặc báo hiệu lớp vật lý bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ nhất.

23. Bộ điều khiển mạng hỗ trợ thích ứng mạng, bộ điều khiển mạng bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến lưu trữ chương trình để thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

gửi DRS, đối với các phép đo cho UE, trong chế độ truyền có tắt;

nhận yêu cầu từ bộ điều khiển mạng thứ hai phục vụ UE, trong đó yêu cầu này là yêu cầu được gửi bởi bộ điều khiển mạng thứ hai để bật đường truyền ở bộ điều khiển mạng hoặc yêu cầu bật bộ điều khiển mạng phục vụ UE đáp lại báo cáo được gửi bởi UE dựa trên các phép đo của DRS; và;

gửi báo hiệu đến UE, báo hiệu này là báo hiệu RRC hoặc báo hiệu lớp vật lý bao gồm thông tin cấu hình cho phép kết nối giữa UE và bộ điều khiển mạng thứ nhất.

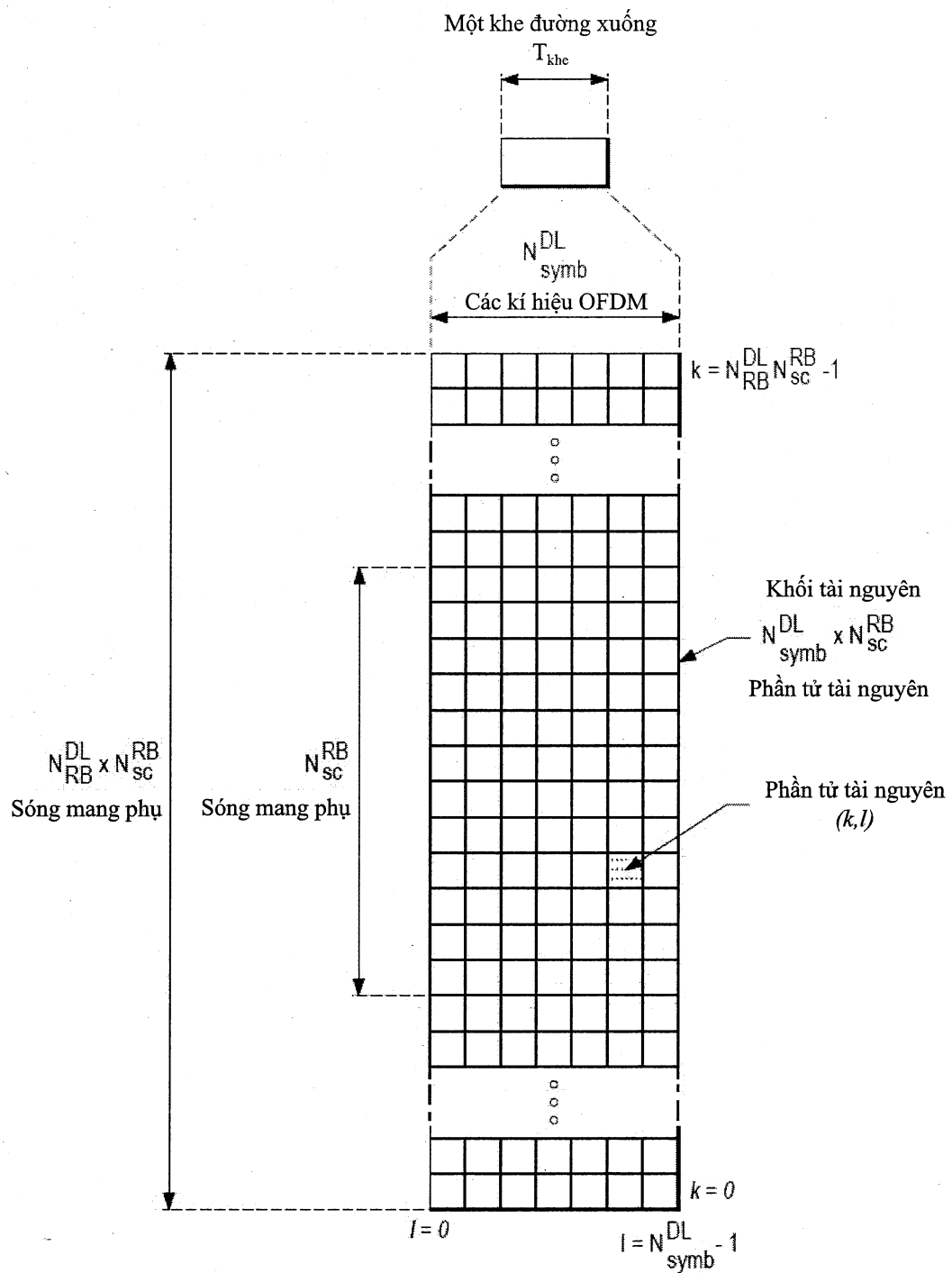


FIG. 1

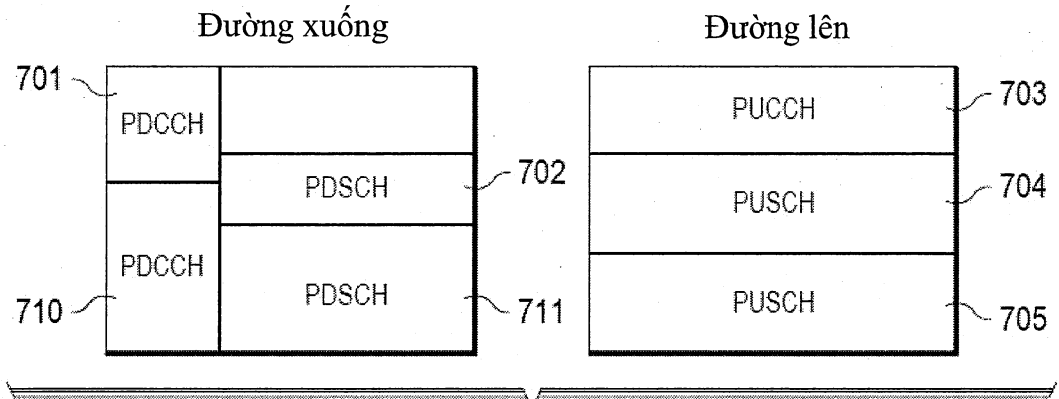


FIG. 2

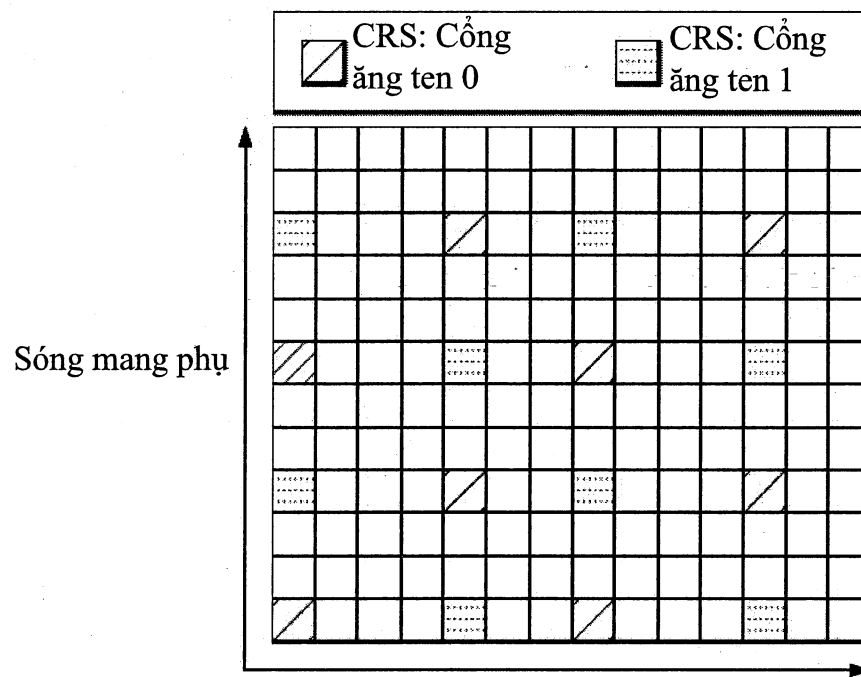


FIG. 3

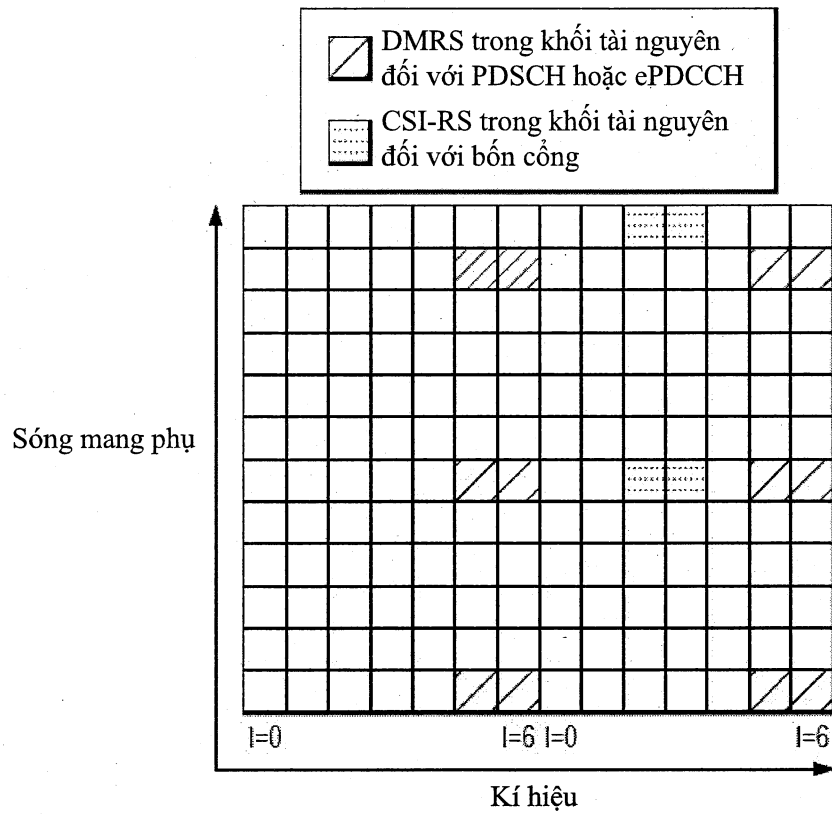
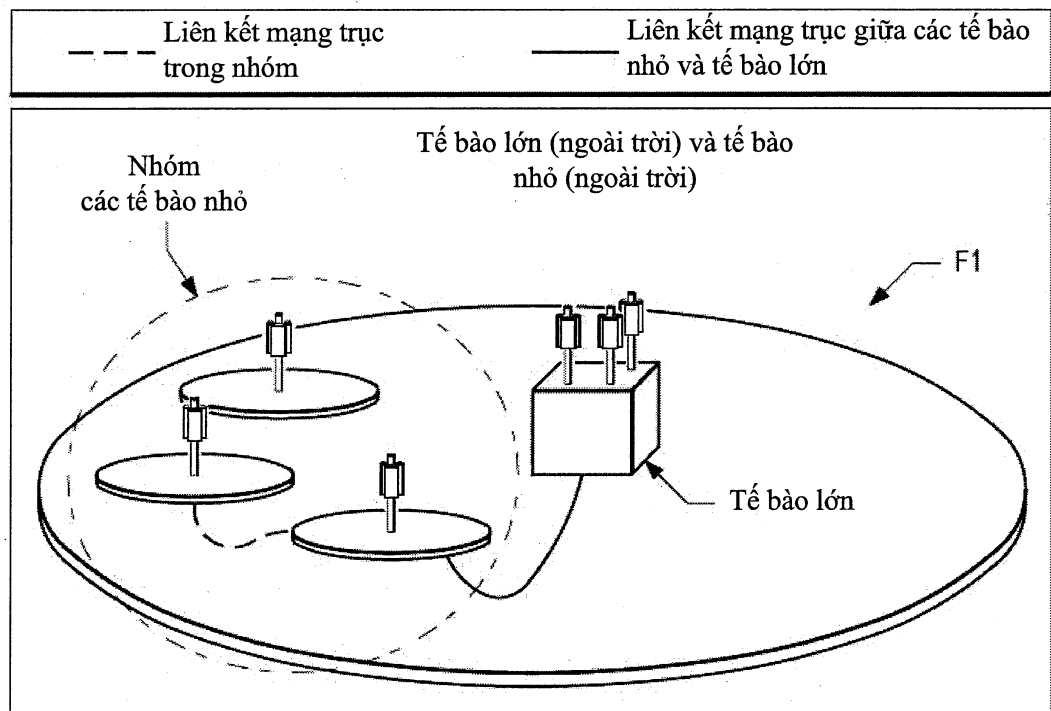
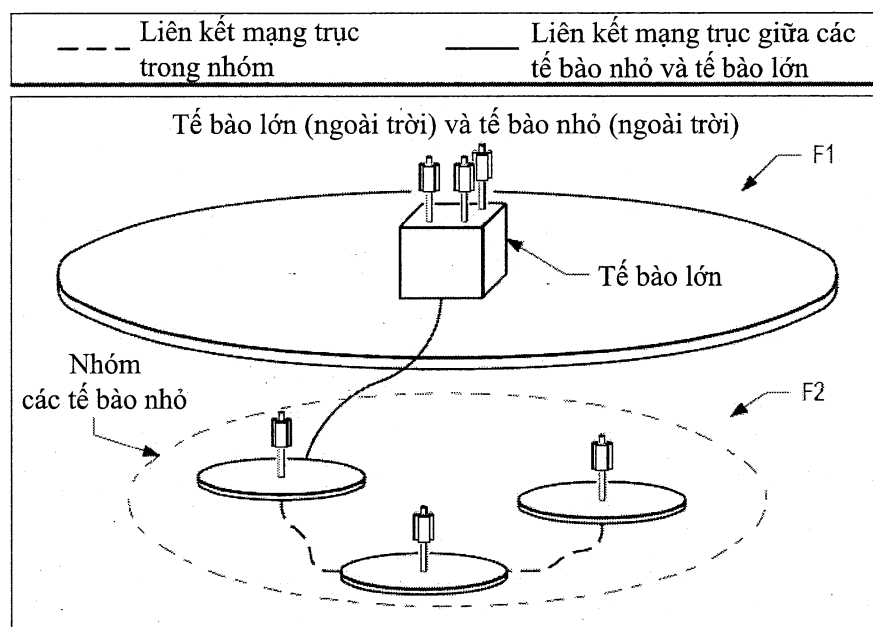


FIG. 4



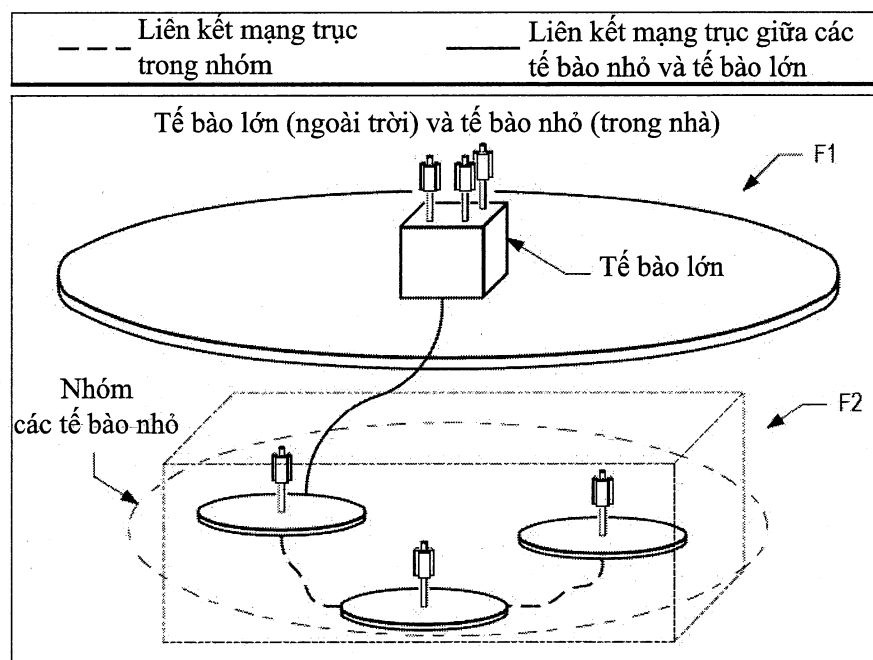
Ghi chú: Những người dùng rải rác cả ngoài trời lẫn trong nhà

FIG. 5



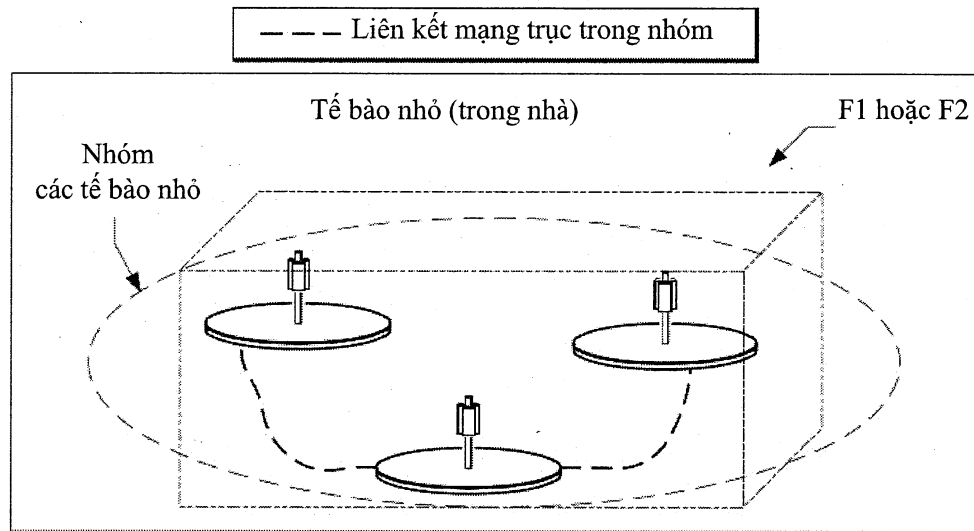
Ghi chú: Những người dùng rải rác cả ngoài trời lẫn trong nhà

FIG. 6



Ghi chú: Những người dùng rải rác cả ngoài trời lẫn trong nhà

FIG. 7



Ghi chú: Những người dùng rải rác cả ngoài trời lẫn trong nhà

FIG. 8

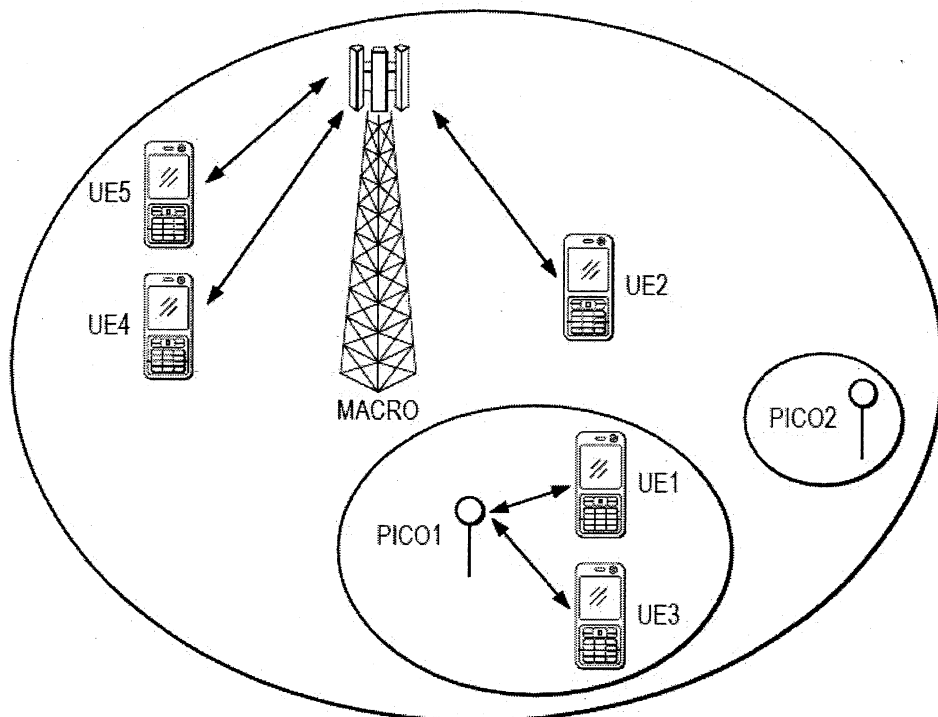


FIG. 9

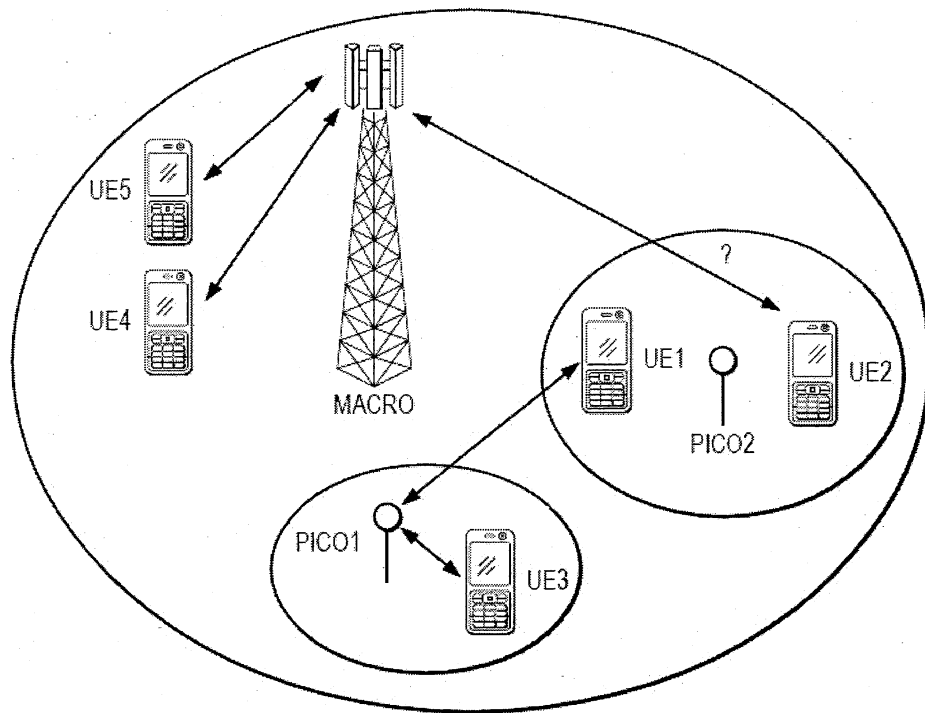


FIG. 10

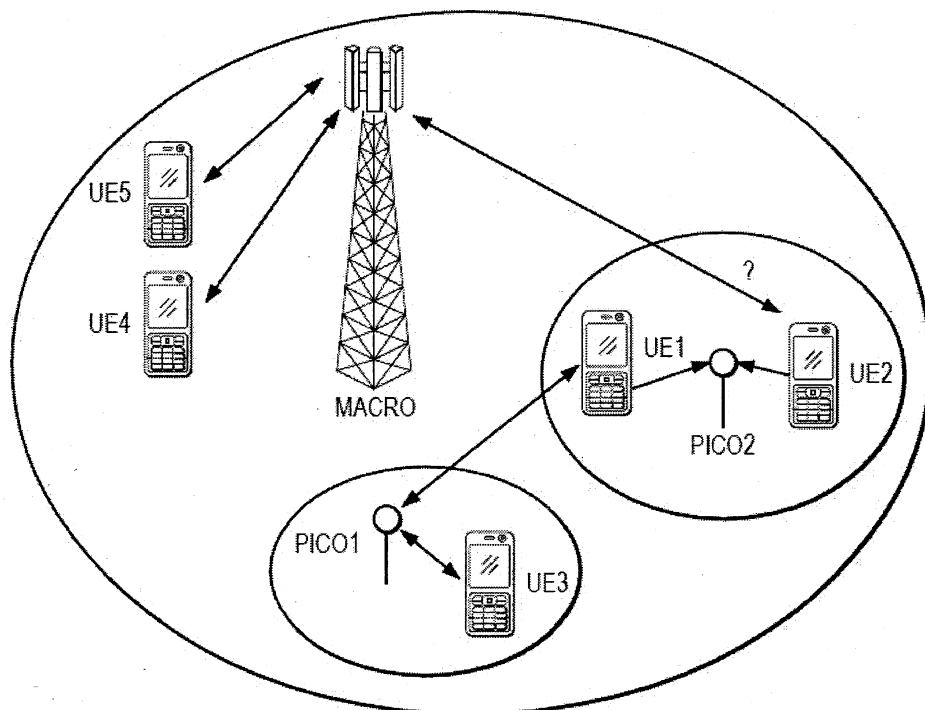


FIG. 11

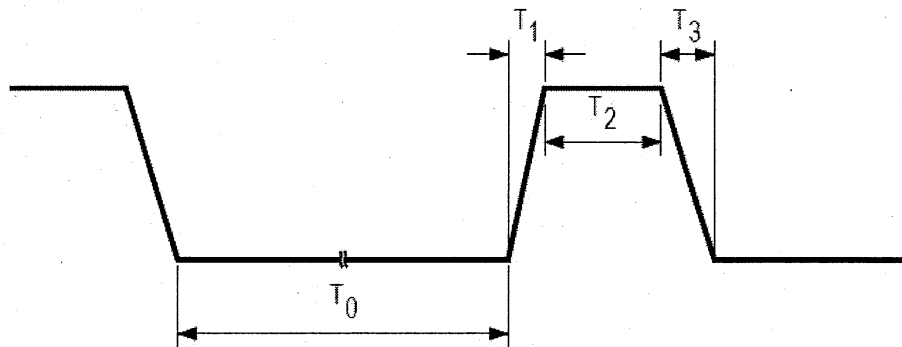


FIG. 12

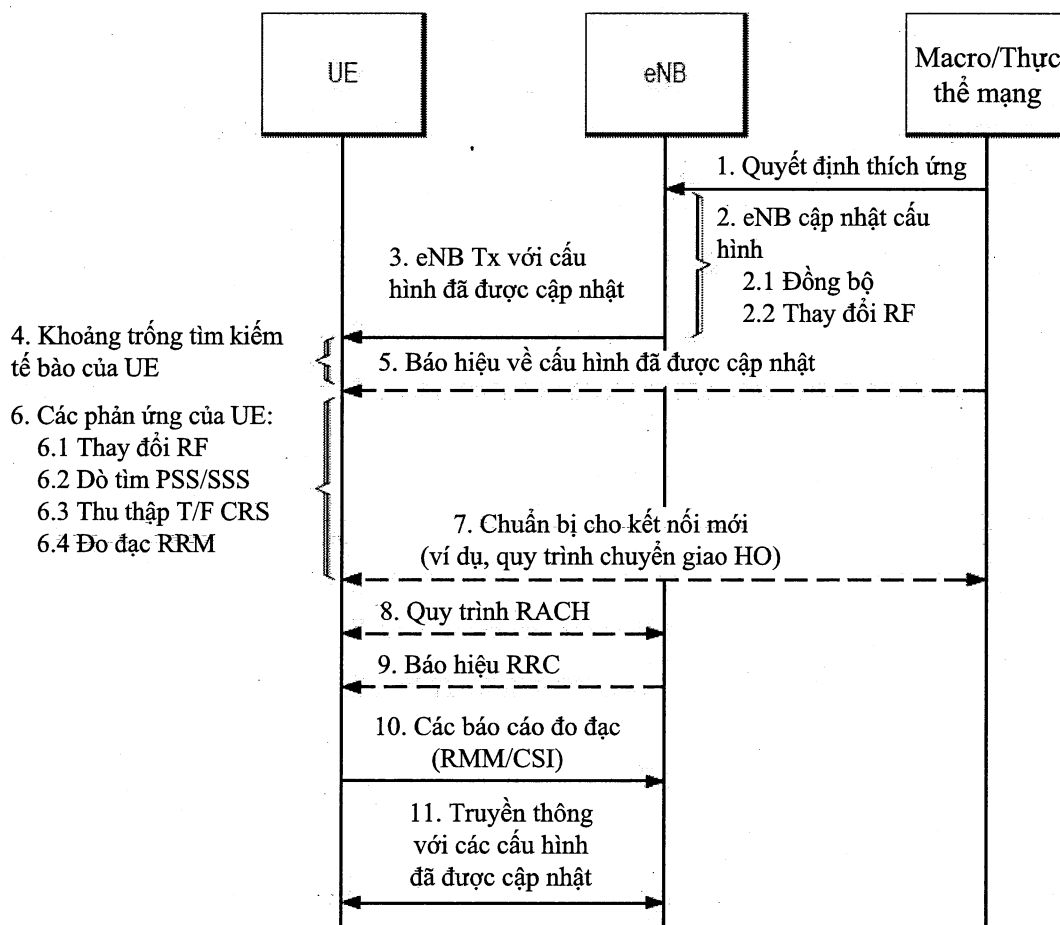


FIG. 13

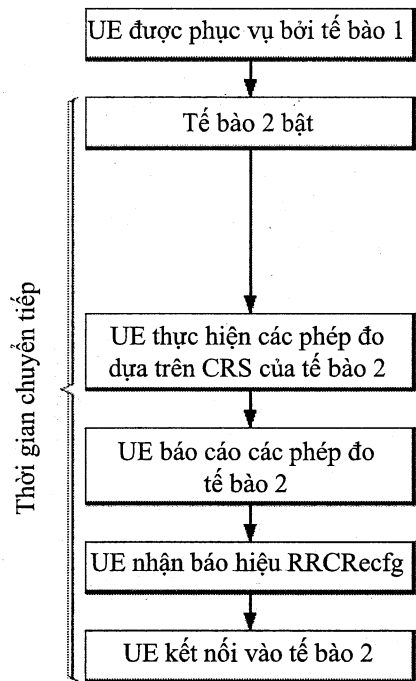


FIG. 14

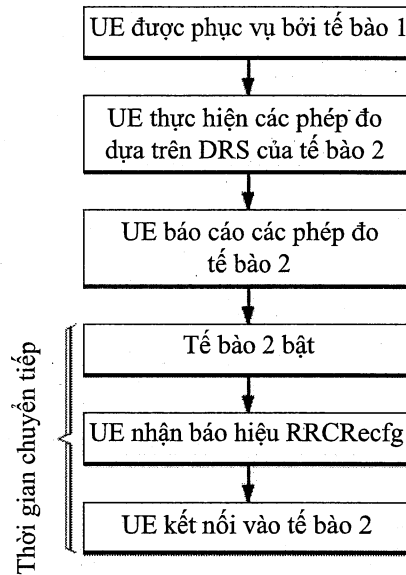


FIG. 15

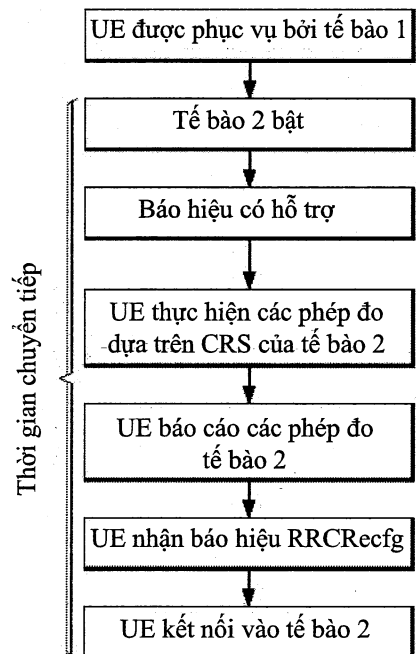


FIG. 16

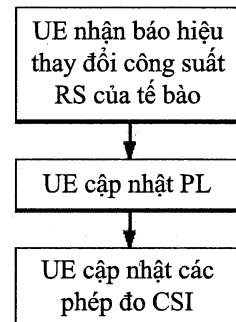


FIG. 17

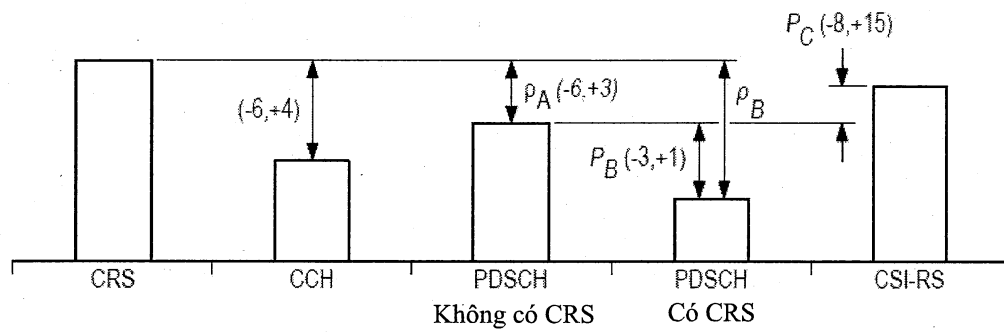


FIG. 18

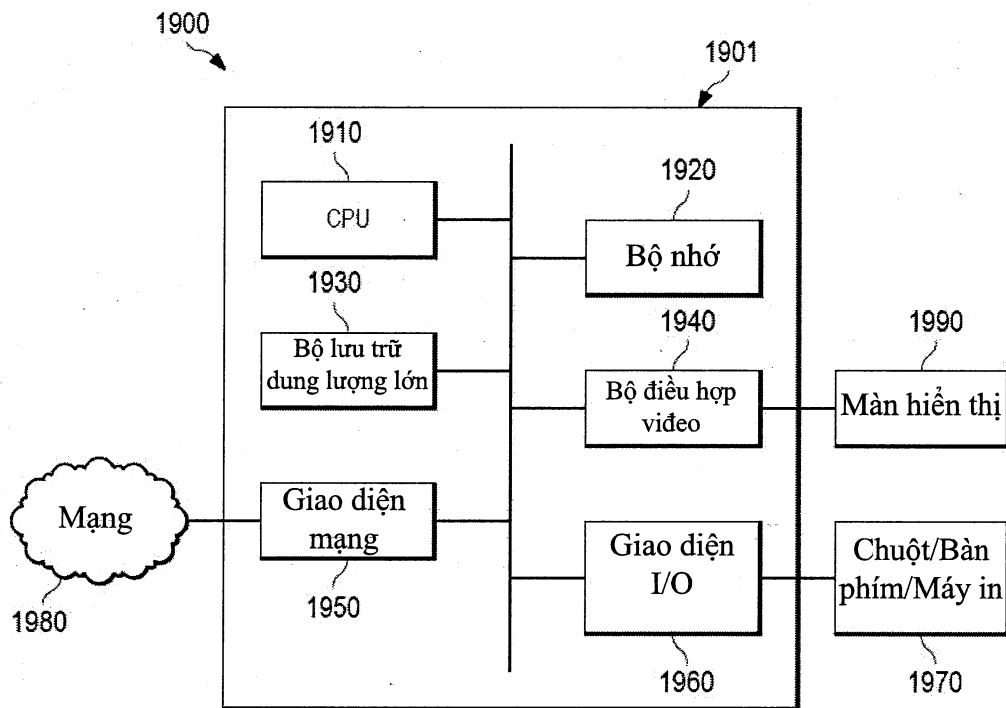


FIG. 19