



(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)



1-0030677

(51)⁷ H04W 74/08; H04W 72/04

(13) B

(21) 1-2015-02343

(22) 16/07/2014

(86) PCT/KR2014/006414 16/07/2014

(87) WO 2015/009043 A1 22/01/2015

(30) 61/856,070 19/07/2013 US

(45) 25/01/2022 406

(43) 26/10/2015 331A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

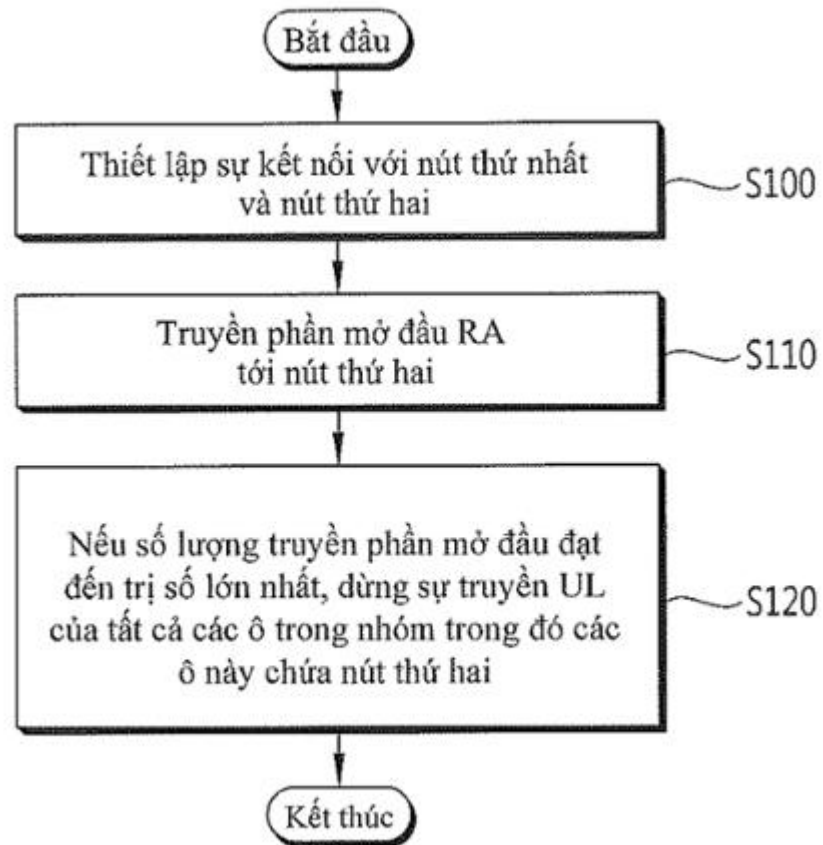
128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu Seoul 150-721 Republic of Korea

(72) PARK, Sungjun (KR); LEE, Youngdae (KR); YI, Seungjune (KR); JUNG, Sunghoon (KR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ THỰC HIỆN THỦ TỤC TRUY CẬP NGẪU
NHIÊN TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên (Random Access, viết tắt là RA) trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị người dùng (User Equipment, viết tắt là UE) thiết lập sự kết nối với nút thứ nhất và nút thứ hai, và truyền phần mở đầu RA tới nút thứ hai. Khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất, UE dừng sự truyền đường lên (Uplink, viết tắt là UL) của tất cả các ô trong nhóm mà nút thứ hai thuộc về, và truyền chỉ báo mà chỉ báo rằng sự truyền phần mở đầu RA tới nút thứ nhất bị lỗi.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, viết tắt là UMTS) là hệ thống truyền thông di động không đồng bộ thế hệ thứ ba (3rd Generation, viết tắt là 3G) hoạt động trong mạng đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access, viết tắt là WCDMA) dựa trên các hệ thống Châu Âu, hệ thống thông tin di động toàn cầu (Global System for Mobile communications, viết tắt là GSM) và dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Services, viết tắt là GPRS). Sự phát triển dài hạn (Long-Term Evolution, viết tắt là LTE) của UMTS đang được thảo luận bởi dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, viết tắt là 3GPP) mà tiêu chuẩn hóa UMTS.

3GPP LTE là kỹ thuật cho phép truyền thông gói tốc độ cao. Nhiều phương án đã được đề xuất cho mục tiêu LTE bao gồm mục tiêu giảm giá thành cho người sử dụng và nhà cung cấp, nâng cao chất lượng dịch vụ, và mở rộng và nâng cao vùng bao phủ và khả năng hệ thống. 3GPP LTE yêu cầu giá thành được giảm trên mỗi bit, tính khả dụng dịch vụ được tăng lên, sự sử dụng linh hoạt dải tần, cấu trúc đơn giản, giao diện mở, và một yêu cầu cao hơn là thiết bị đầu cuối có mức tiêu thụ năng lượng phù hợp.

Các ô nhỏ sử dụng các nút năng lượng thấp được cho là có thể đảm bảo trong việc đối phó với sự bùng nổ thiết bị di động, đặc biệt là đối với sự triển khai các điểm truy cập không dây (hotspot) trong các kịch bản trong nhà và ngoài trời. Nút năng lượng thấp thông thường là nút có năng lượng truyền (Tx) thấp hơn nút macro và các loại trạm gốc (Base Station, viết tắt là BS), ví dụ cả

pico và femto eNodeB (eNB) đều có thể áp dụng được. Các sự tăng cường ô nhỏ trong 3GPP LTE sẽ tập trung vào các chức năng bổ sung cho hiệu quả được nâng cao ở các khu vực của điểm truy cập không dây trong nhà và ngoài trời sử dụng các nút năng lượng thấp.

Trong LTE Rel-12, nghiên cứu mới về sự tăng cường ô nhỏ đã được bắt đầu, trong đó sự kết nối kép được đề xuất. Kết nối kép là hoạt động mà ở đó UE sử dụng tài nguyên radio được cung cấp bởi ít nhất hai điểm mạng khác nhau (eNB chính (Master eNB, viết tắt là MeNB) và eNB phụ (Secondary eNB, viết tắt là SeNB)) được kết nối với đường truyền kết nối (backhaul) không lý tưởng trong trạng thái RRC_CONNECTED. Hơn nữa, mỗi eNB liên quan đến kết nối kép đối với UE có thể đảm đương các vai trò khác nhau. Các vai trò này không nhất thiết phụ thuộc vào cấp năng lượng của eNB và có thể thay đổi giữa các UE.

Trong kết nối kép, UE có thể thực hiện các thủ tục truy cập ngẫu nhiên với cả MeNB và SeNB. Trong khi đó, có thể xảy ra vấn đề truy cập ngẫu nhiên, nghĩa là thủ tục truy cập ngẫu nhiên không thành công tận đến khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất. Phương pháp xử lý vấn đề truy cập ngẫu nhiên trong kết nối kép được yêu cầu.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên trong hệ thống truyền thông không dây. Sáng chế đề xuất phương pháp xử lý vấn đề truy cập ngẫu nhiên trong kết nối kép. Sáng chế đề xuất phương pháp dừng sự truyền đường lên (Uplink, viết tắt là UL) trong ô khi số lần truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên (Random Access, viết tắt là RA) đạt đến trị số lớn nhất.

Theo một khía cạnh, phương pháp thực hiện, bởi thiết bị người dùng (User Equipment, viết tắt là UE), thủ tục truy cập ngẫu nhiên (RA) trong hệ thống truyền thông không dây được tạo ra. Phương pháp này bao gồm các bước: thiết lập kết nối với nút thứ nhất và nút thứ hai, truyền phần mở đầu RA tới nút thứ hai, và khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất, dừng sự truyền đường lên (UL) của tất cả các ô trong nhóm mà nút thứ hai thuộc về.

Nhóm có thể được tạo cấu hình bởi eNodeB (eNB). Nhóm có thể bao gồm nhóm có cùng giá trị định thời sớm (Timing Advance Group, viết tắt là TAG), và TA giống nhau có thể được áp dụng cho tất cả các ô trong TAG.

Sự truyền UL có thể bao gồm ít nhất một trong số sự truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Share Channel, viết tắt là PUSCH), sự truyền kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, viết tắt là PUCCH), sự truyền phần mở đầu RA, thông báo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, viết tắt là CSI), sự truyền yêu cầu lập lịch biểu (Scheduling Request, viết tắt là SR), phản hồi yêu cầu phát lại tự động lai ghép (Hybrid Automatic Repeat request, viết tắt là HARQ), hoặc sự truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, viết tắt là SRS).

Phương pháp có thể còn bao gồm bước: khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất, truyền chỉ báo mà chỉ báo rằng sự truyền phần mở đầu RA tới nút thứ nhất bị lỗi. Phương pháp có thể còn bao gồm bước: khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất, ngăn chặn việc thực hiện sự thiết lập lại kết nối điều khiển tài nguyên radio (Radio Resource Control, viết tắt là RRC) với nút thứ hai.

Nút thứ nhất có thể là eNodeB chính (MeNB) trong đó kênh mang radio báo hiệu (Signaling Radio Bearer, viết tắt là SRB) được xác định, và nút thứ hai có thể là eNB phụ (SeNB) trong đó SRB không được xác định. Hoặc, nút thứ nhất có thể là SeNB, và nút thứ hai là MeNB.

Phần mở đầu RA có thể được chọn ngẫu nhiên trong số các phần mở đầu RA bởi UE. Phần mở đầu RA có thể được cấp phát bởi eNB.

Theo khía cạnh khác, thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây được đề xuất. UE bao gồm bộ phận tần số radio (Radio Frequency, viết tắt là RF) được tạo cấu hình để truyền hoặc nhận tín hiệu radio, và bộ xử lý được ghép nối với bộ phận RF, và được tạo cấu hình để thiết lập sự kết nối với nút thứ nhất và nút thứ hai, truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên (RA) tới nút thứ hai, và khi số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất, dừng sự truyền đường lên (UL) của tất cả các ô trong nhóm mà nút thứ hai thuộc về.

Sự truyền lỗi tới eNodeB phụ (SeNB) trong kết nối kép có thể tránh được, và do đó, vấn đề nhiễu có thể được giải quyết. Hơn nữa, sự thiết lập lại kết nối điều khiển tài nguyên radio (RRC) không cần thiết có thể tránh được trong khi vẫn đang được kết nối với eNB chính (MeNB).

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện cấu trúc hệ thống LTE.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối cấu trúc của E-UTRAN điển hình và EPC điển hình.

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối ngăn xếp giao thức mặt phẳng người dùng và ngăn xếp giao thức mặt phẳng điều khiển của hệ thống LTE.

Fig.4 thể hiện ví dụ của cấu trúc kênh vật lý.

Fig.5 thể hiện ví dụ của sự kết hợp sóng mang của 3GPP LTE-A.

Fig.6 thể hiện ví dụ của cấu trúc DL lớp 2 dùng cho CA.

Fig.7 thể hiện ví dụ của cấu trúc UL lớp 2 dùng cho CA.

Fig.8 thể hiện các kịch bản triển khai của các ô nhỏ có/không có vùng bao phủ lớn.

Fig.9 thể hiện ví dụ của kịch bản triển khai ô nhỏ để đánh giá.

Fig.10 thể hiện ví dụ của kịch bản triển khai ô nhỏ.

Fig.11 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ.

Fig.12 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ.

Fig.13 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ.

Fig.14 thể hiện ví dụ của kết nối kép tới ô lớn và ô nhỏ.

Fig.15 thể hiện ví dụ của cấu trúc giao thức hỗ trợ kết nối kép.

Fig.16 thể hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự tranh chấp.

Fig.17 thể hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp.

Fig.18 thể hiện ví dụ của phương pháp thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên theo phương án của sáng chế.

Fig.19 thể hiện ví dụ khác của phương pháp thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên theo phương án của sáng chế.

Fig.20 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống truyền thông không dây để thực

hiện phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Kỹ thuật được mô tả dưới đây có thể được sử dụng trong các hệ thống truyền thông không dây như đa truy cập phân chia theo mã (Code Division Multiple Access, viết tắt là CDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (Frequency Division Multiple Access, viết tắt là FDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (Time Division Multiple Access, viết tắt là TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, viết tắt là OFDMA), đa truy cập phân chia theo tần số sóng mang đơn (Single Carrier Frequency Division Multiple Access, viết tắt là SC-FDMA), v.v.. CDMA có thể được thực hiện với kỹ thuật radio như truy cập radio mặt đất phổ biến (Universal Terrestrial Radio Access, viết tắt là UTRA) hoặc CDMA-2000. TDMA có thể được thực hiện với kỹ thuật radio như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM)/dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (GPRS)/GSM cải tiến để nâng cao tốc độ truyền dữ liệu (Enhanced data rate for GSM evolution, viết tắt là EDGE). OFDMA có thể được thực hiện với kỹ thuật radio như các chuẩn của viện kỹ thuật điện và điện tử (Institute of Electrical and Electronics Engineers, viết tắt là IEEE) là IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, UTRA cải tiến (Evolved UTRA, viết tắt là E-UTRA), v.v.. IEEE 802.16m được phát triển từ IEEE 802.16e, và hỗ trợ tính tương thích ngược cho hệ thống dựa trên IEEE 802.16e. UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System, viết tắt là UMTS). Dự án đối tác thế hệ thứ 3 (3GPP) phát triển dài hạn (LTE) là một phần của UMTS cải tiến (Evolved UMTS, viết tắt là E-UMTS) sử dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong đường xuống và sử dụng SC-FDMA trong đường lên. LTE cải tiến (LTE-advanced, viết tắt là LTE-A) là sự phát triển của LTE.

Để làm rõ, phần mô tả dưới đây sẽ tập trung vào LTE-A. Tuy nhiên, các đặc tính kỹ thuật theo sáng chế không chỉ giới hạn ở đó.

Fig.1 thể hiện cấu trúc hệ thống LTE. Mạng truyền thông được triển khai rộng rãi để cung cấp các dịch vụ truyền thông như dịch vụ thoại trên nền giao

thức Internet (Voice over Internet Protocol, viết tắt là VoIP) thông qua IMS và dữ liệu gói.

Dựa trên Fig.1, cấu trúc hệ thống LTE bao gồm một hoặc nhiều hơn một thiết bị người dùng (UE; 10), mạng truy cập radio mặt đất UMTS cải tiến (Evolved-UMTS Terrestrial Radio Access Network, viết tắt là E-UTRAN) và mạng lõi gói cải tiến (Evolved Packet Core, viết tắt là EPC). UE 10 là thiết bị truyền thông được mang bởi người dùng. UE 10 có thể là cố định hoặc di động, và có thể được gọi với thuật ngữ khác, như trạm di động (Mobile Station, viết tắt là MS), thiết bị đầu cuối người dùng (User Terminal, viết tắt là UT), trạm thuê bao (Subscriber Station, viết tắt là SS), thiết bị không dây, v.v..

E-UTRAN bao gồm một hoặc nhiều hơn một nút B cải tiến (eNB) 20, và các UE có thể được đặt trong cùng một ô. eNB 20 cung cấp điểm cuối của mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng tới UE 10. eNB 20 thông thường là trạm cố định truyền thông với UE 10 và có thể được gọi với thuật ngữ khác, như trạm gốc (BS), hệ thống thu phát gốc (Base Transceiver System, viết tắt là BTS), điểm truy cập, v.v.. Một eNB 20 có thể được triển khai ở mỗi ô. Có một hoặc nhiều hơn một ô trong vùng bao phủ của eNB 20. Ô đơn lẻ được tạo cấu hình để có một dải tần được chọn từ 1,25, 2,5, 5, 10, và 20 MHz, v.v., và cung cấp các dịch vụ truyền đường xuống hoặc đường lên tới một vài UE. Trong trường hợp này, các ô khác nhau có thể được tạo cấu hình để cung cấp các dải tần khác nhau.

Dưới đây, đường xuống (Downlink, viết tắt là DL) biểu thị sự truyền thông từ eNB 20 tới UE 10, và đường lên (UL) biểu thị sự truyền thông từ UE 10 tới eNB 20. Trong DL, bộ truyền có thể là một bộ phận của eNB 20, và bộ thu có thể là một bộ phận của UE 10. Trong UL, bộ truyền có thể là một bộ phận của UE 10, và bộ thu có thể là một bộ phận của eNB 20.

EPC bao gồm thực thể quản lý di động (Mobility Management Entity, viết tắt là MME) chịu trách nhiệm cho các chức năng mặt phẳng điều khiển, và cổng phát triển cấu trúc hệ thống (System Architecture Evolution Gateway, viết tắt là S-GW) chịu trách nhiệm cho các chức năng mặt phẳng người dùng. MME/S-GW 30 có thể được đặt tại điểm cuối của mạng và được kết nối với mạng bên ngoài. MME có thông tin truy cập UE hoặc thông tin khả năng UE, và

thông tin này có thể được sử dụng chính trong sự quản lý tính di động UE. S-GW là cổng mà điểm cuối của nó là E-UTRAN. MME/S-GW 30 cung cấp điểm cuối của phiên và chức năng quản lý tính di động cho UE 10. EPC có thể còn bao gồm cổng mạng dữ liệu gói (Packet Data Network Gateway, viết tắt là PDN-GW). PDN-GW là cổng mà điểm cuối của nó là PDN.

MME cung cấp nhiều chức năng bao gồm báo hiệu tầng không truy cập (Non-Access Stratum, viết tắt là NAS) tới các eNB 20, bảo mật báo hiệu NAS, kiểm soát bảo mật tầng truy cập (Access Stratum, viết tắt là AS), báo hiệu nút mạng lõi (Core Network, viết tắt là CN) liên đới đối với tính di động giữa các mạng truy cập 3GPP, khả năng đạt tới của UE ở chế độ rỗi (bao gồm điều khiển và thực hiện sự truyền lại tìm gọi), quản lý danh mục khu vực theo dõi (cho UE ở chế độ rỗi và chế độ chủ động), chọn P-GW và S-GW, chọn MME cho các sự chuyển vùng có thay đổi MME, chọn nút hỗ trợ GPRS phục vụ (Serving GPRS Support Node, viết tắt là SGSN) cho các sự chuyển vùng tới các mạng truy cập 3GPP 2G hoặc 3G, chuyển vùng, xác thực, các chức năng quản lý kênh mang bao gồm sự thiết lập kênh mang dành riêng, hỗ trợ việc truyền thông báo của hệ thống cảnh báo công cộng (Public Warning System, viết tắt là PWS) (bao gồm hệ thống cảnh báo động đất và sóng thần (Earthquake and Tsunami Warning System, viết tắt là ETWS) và hệ thống báo động lưu động thương mại (Commercial Mobile Alert System, viết tắt là CMAS). Máy chủ có S-GW cung cấp các chức năng được phân loại bao gồm: lọc gói dựa trên mỗi người dùng (ví dụ, bởi sự kiểm soát gói mức độ sâu), ngăn chặn hợp pháp, cấp phát địa chỉ giao thức Internet (Internet Protocol, viết tắt là IP) của UE, đánh dấu gói tin tầng truyền tải trong DL, cường ép tốc độ, ngắt và tính phí tầng dịch vụ UL và DL, cường ép tốc độ DL dựa trên APN-AMBR. Để làm rõ, trong bản mô tả này, MME/S-GW 30 sẽ được gọi đơn giản là “cổng”, nhưng nó được hiểu rằng thực thể này bao gồm cả MME và S-GW.

Các giao diện để truyền lưu lượng người dùng hoặc lưu lượng điều khiển có thể được sử dụng. UE 10 và eNB 20 được kết nối bằng giao diện Uu. Các eNB 20 được kết nối với nhau bằng giao diện X2. Các eNB lân cận có thể có cấu trúc mạng mắt lưới có giao diện X2. Các eNB 20 được kết nối với EPC bằng

giao diện S1. Các eNB 20 được kết nối với MME bằng giao diện S1-MME, và được kết nối với S-GW bằng giao diện S1-U. Giao diện S1 cung cấp mối quan hệ nhiều-nhiều giữa eNB 20 và MME/S-GW.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối cấu trúc của E-UTRAN điển hình và EPC điển hình. Dựa trên Fig.2, eNB 20 có thể thực hiện các chức năng chẳng hạn như chọn cổng 30, định tuyến về phía cổng 30 trong sự kích hoạt điều khiển tài nguyên radio (RRC), lập lịch biểu và truyền các thông báo tìm gọi, lập lịch biểu và truyền thông tin kênh quảng bá (Broadcast Channel, viết tắt là BCH), cấp phát động các tài nguyên tới các UE 10 trong cả UL và DL, tạo cấu hình và cung cấp các phép đo eNB, điều khiển kênh mang radio, điều khiển tiếp nhận radio (Radio Admission Control, viết tắt là RAC), và điều khiển tính di động kết nối trong trạng thái LTE_ACTIVE. Trong EPC, như được nêu trên, cổng 30 có thể thực hiện các chức năng khởi tạo tìm gọi, quản lý trạng thái LTE_IDLE, mã hóa mặt phẳng người dùng, điều khiển sóng mang SAE, và mã hóa và bảo vệ tính toàn vẹn của báo hiệu NAS.

Fig.3 thể hiện sơ đồ khối ngăn xếp giao thức mặt phẳng người dùng và ngăn xếp giao thức mặt phẳng điều khiển của hệ thống LTE. Fig.3-(a) thể hiện sơ đồ khối ngăn xếp giao thức mặt phẳng người dùng của hệ thống LTE, và Fig.3-(b) thể hiện sơ đồ khối ngăn xếp giao thức mặt phẳng điều khiển của hệ thống LTE.

Các lớp giao thức của giao diện radio giữa UE và E-UTRAN có thể được phân chia thành lớp thứ nhất (L1), lớp thứ hai (L2), và lớp thứ ba (L3) dựa trên ba lớp thấp hơn của mô hình kết nối các hệ thống mở (Open System Interconnection, viết tắt là OSI) mà đã được biết rộng rãi trong hệ thống truyền thông. Giao thức của giao diện radio giữa UE và E-UTRAN có thể được phân chia theo chiều ngang thành lớp vật lý, lớp liên kết dữ liệu, và lớp mạng, và có thể được phân chia theo chiều dọc thành mặt phẳng điều khiển (mặt phẳng-C) mà là ngăn xếp giao thức để truyền tín hiệu điều khiển và mặt phẳng người dùng (mặt phẳng-U) mà là ngăn xếp giao thức để truyền thông tin dữ liệu. Các lớp của giao thức của giao diện radio tồn tại thành cặp tại UE và E-UTRAN, và có nhiệm vụ truyền dữ liệu của giao diện Uu.

Lớp vật lý (Physical, viết tắt là PHY) thuộc L1. Lớp PHY cung cấp dịch vụ truyền thông tin tới lớp cao hơn thông qua kênh vật lý. Lớp PHY được kết nối với lớp điều khiển truy cập môi trường (Medium Access Control, viết tắt là MAC), đó là lớp cao hơn lớp PHY, thông qua kênh truyền tải. Kênh vật lý được ánh xạ tới kênh truyền tải. Dữ liệu được truyền giữa lớp MAC và lớp PHY thông qua kênh truyền tải. Giữa các lớp PHY khác nhau, tức là, lớp PHY của bộ truyền và lớp PHY của bộ thu, dữ liệu được truyền thông qua kênh vật lý sử dụng các tài nguyên radio. Kênh vật lý được điều biến sử dụng sơ đồ dồn kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), và sử dụng thời gian và tần số làm tài nguyên radio.

Lớp PHY sử dụng một vài kênh điều khiển vật lý. Kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) thông báo tới UE về sự cấp phát tài nguyên của kênh tìm gọi (Paging Channel, viết tắt là PCH) và kênh chia sẻ đường xuống (Downlink Shared Channel, viết tắt là DL-SCH), và thông tin yêu cầu phát lại tự động lai ghép (HARQ) liên quan đến DL-SCH. PDCCH có thể mang sự cấp phát UL để thông báo tới UE về sự cấp phát tài nguyên của sự truyền UL. Kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (Physical Control Format Indicator Channel, viết tắt là PCFICH) thông báo số lượng các ký hiệu OFDM được sử dụng cho các PDCCH tới UE, và được truyền trong mọi khung con. Kênh chỉ báo HARQ vật lý (Physical Hybrid ARQ Indicator Channel, viết tắt là PHICH) mang tín hiệu báo nhận (Acknowledgement, viết tắt là ACK)/báo nhận phủ định (Non-Acknowledgement, viết tắt là NACK) HARQ trong phản hồi sự truyền UL. Kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH) mang thông tin điều khiển UL như HARQ ACK/NACK dùng cho sự truyền DL, yêu cầu lập lịch biểu, và CQI. Kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) mang kênh chia sẻ đường lên (UL-Uplink Shared Channel, viết tắt là UL-SCH).

Fig.4 thể hiện ví dụ của cấu trúc kênh vật lý. Kênh vật lý bao gồm nhiều khung con trong miền thời gian và nhiều sóng mang phụ trong miền tần số. Một khung con bao gồm nhiều ký hiệu trong miền thời gian. Một khung con bao gồm nhiều khối tài nguyên (Resource Block, viết tắt là RB). Một RB bao gồm nhiều ký hiệu và nhiều sóng mang phụ. Ngoài ra, mỗi khung con có thể sử dụng các

sóng mang phụ riêng, các ký hiệu riêng của khung con tương ứng cho PDCCH. Ví dụ, ký hiệu thứ nhất của khung con có thể được sử dụng cho PDCCH. PDCCH mang các tài nguyên được cấp phát động, như khối tài nguyên vật lý (Physical Resource Block, viết tắt là PRB) và sơ đồ điều biến và mã hóa (Modulation and Coding Scheme, viết tắt là MCS). Khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, viết tắt là TTI) là thời gian đơn vị để truyền dữ liệu có thể bằng độ dài của một khung con. Độ dài của một khung con có thể là 1 ms.

Kênh truyền tải được phân chia thành kênh truyền tải chung và kênh truyền tải được dành riêng tùy theo việc kênh này có được chia sẻ hay không. Kênh truyền tải DL để truyền dữ liệu từ mạng tới UE bao gồm kênh quảng bá (BCH) để truyền thông tin hệ thống, kênh tìm gọi (PCH) để truyền thông báo tìm gọi, DL-SCH để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tín hiệu điều khiển, v.v.. DL-SCH cung cấp HARQ, sự thích ứng liên kết động bằng cách thay đổi sự điều biến, mã hóa và năng lượng truyền, và cả sự cấp phát tài nguyên động và bán tĩnh. DL-SCH cũng có thể cho phép quảng bá trong toàn bộ ô và sử dụng sự tạo chùm tín hiệu (beamforming). Thông tin hệ thống mang một hoặc nhiều hơn một khối thông tin hệ thống. Tất cả khối thông tin hệ thống có thể được truyền với cùng tính chu kỳ. Lưu lượng hoặc các tín hiệu điều khiển của dịch vụ quảng bá/phát đa hướng đa phương tiện (Multimedia Broadcast/Multicast Service, viết tắt là MBMS) có thể được truyền thông qua DL-SCH hoặc kênh đa hướng (Multicast Channel, viết tắt là MCH).

Kênh truyền tải UL để truyền dữ liệu từ UE tới mạng bao gồm kênh truy cập ngẫu nhiên (Random Access Channel, viết tắt là RACH) để truyền thông báo điều khiển ban đầu, UL-SCH để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tín hiệu điều khiển, v.v.. UL-SCH cung cấp HARQ và sự thích ứng liên kết động bằng cách thay đổi năng lượng truyền và sự điều biến và mã hóa khả dụng. UL-SCH cũng có thể cho phép sử dụng sự tạo chùm tín hiệu. RACH thông thường được sử dụng cho sự truy cập ban đầu tới ô.

Lớp MAC thuộc L2. Lớp MAC cung cấp các dịch vụ tới lớp điều khiển liên kết radio (Radio Link Control, viết tắt là RLC), đó là lớp cao hơn lớp MAC, thông qua kênh logic. Lớp MAC cung cấp chức năng ánh xạ các đa kênh logic

tới các đa kênh truyền tải. Lớp MAC cũng cung cấp chức năng dồn kênh logic bằng cách ánh xạ các đa kênh logic tới đơn kênh truyền tải. Lớp con MAC cung cấp các dịch vụ truyền dữ liệu trên các kênh logic.

Các kênh logic được phân chia thành các kênh điều khiển để truyền thông tin mặt phẳng điều khiển và các kênh lưu lượng để truyền thông tin mặt phẳng người dùng, theo dạng thông tin được truyền. Đó là, các dạng kênh logic được xác định cho các dịch vụ truyền dữ liệu khác được cung cấp bởi lớp MAC. Các kênh logic được bố trí trên kênh truyền tải, và được ánh xạ tới các kênh truyền tải.

Các kênh điều khiển chỉ được sử dụng để truyền thông tin mặt phẳng điều khiển. Các kênh điều khiển được cung cấp bởi lớp MAC bao gồm kênh điều khiển quảng bá (Broadcast Control Channel, viết tắt là BCCH), kênh điều khiển tìm gọi (Paging Control Channel, viết tắt là PCCH), kênh điều khiển chung (Common Control Channel, viết tắt là CCCH), kênh điều khiển đa hướng (Multicast Control Channel, viết tắt là MCCH) và kênh điều khiển được dành riêng (Dedicated Control Channel, viết tắt là DCCH). BCCH là kênh đường xuống để quảng bá thông tin điều khiển hệ thống. PCCH là kênh đường xuống truyền thông tin tìm gọi và được sử dụng khi mạng không biết vị trí ô của UE. CCCH được sử dụng bởi các UE không có sự kết nối RRC với mạng. MCCH là kênh đường xuống điểm-tới-đa điểm được sử dụng để truyền thông tin điều khiển MBMS từ mạng tới UE. DCCH là kênh hai hướng điểm-tới-điểm được sử dụng bởi các UE có sự kết nối RRC truyền thông tin điều khiển được dành riêng giữa UE và mạng.

Các kênh lưu lượng chỉ được sử dụng để truyền thông tin mặt phẳng người dùng. Các kênh lưu lượng được cung cấp bởi lớp MAC bao gồm kênh lưu lượng được dành riêng (Dedicated Traffic Channel, viết tắt là DTCH) và kênh lưu lượng đa hướng (Multicast Traffic Channel, viết tắt là MTCH). DTCH là kênh điểm-tới-điểm, được dành riêng cho một UE để truyền thông tin người dùng và có thể tồn tại trong cả đường lên và đường xuống. MTCH là kênh đường xuống điểm-tới-đa điểm để truyền dữ liệu lưu lượng từ mạng tới UE.

Các kết nối đường lên giữa các kênh logic và các kênh truyền tải bao

gồm DCCH mà có thể được ánh xạ tới UL-SCH, DTCH mà có thể được ánh xạ tới UL-SCH và CCCH mà có thể được ánh xạ tới UL-SCH. Các kết nối đường xuống giữa các kênh logic và các kênh truyền tải bao gồm BCCH mà có thể được ánh xạ tới BCH hoặc DL-SCH, PCCH mà có thể được ánh xạ tới PCH, DCCH mà có thể được ánh xạ tới DL-SCH, và DTCH mà có thể được ánh xạ tới DL-SCH, MCCH mà có thể được ánh xạ tới MCH, và MTCH mà có thể được ánh xạ tới MCH.

Lớp RLC thuộc L2. Lớp RLC cung cấp chức năng điều chỉnh kích cỡ dữ liệu, để phù hợp với lớp thấp hơn để truyền dữ liệu, bằng cách ghép nối và phân chia dữ liệu được thu từ lớp cao hơn trong khu vực radio. Ngoài ra, để đảm bảo sự đa dạng về chất lượng dịch vụ (Quality of Service, viết tắt là QoS) được yêu cầu bởi kênh mang radio (Radio Bearer, viết tắt là RB), lớp RLC cung cấp ba chế độ hoạt động, tức là, chế độ trong suốt (Transparent Mode, viết tắt là TM), chế độ không được xác nhận (Unacknowledged Mode, viết tắt là UM), và chế độ được xác nhận (Acknowledged Mode, viết tắt là AM). AM RLC cung cấp chức năng truyền lại thông qua yêu cầu phát lại tự động (Automatic Repeat Request, viết tắt là ARQ) đối với sự truyền dữ liệu đáng tin cậy. Trong khi đó, chức năng lớp RLC có thể được thực hiện với khối chức năng bên trong lớp MAC. Trong trường hợp này, lớp RLC có thể không hiện có.

Lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (Packet Data Convergence Protocol, viết tắt là PDCP) thuộc L2. Lớp PDCP cung cấp chức năng nén phần đầu, chức năng này làm giảm thông tin điều khiển không thiết yếu sao cho dữ liệu đang được truyền bằng cách sử dụng các gói IP, như IPv4 hoặc IPv6, có thể được truyền hiệu quả trên giao diện radio mà có dải tần tương đối nhỏ. Sự nén phần đầu làm tăng hiệu quả truyền trong khu vực radio bằng cách chỉ truyền thông tin cần thiết trong phần đầu của dữ liệu. Ngoài ra, lớp PDCP cung cấp chức năng bảo mật. Chức năng bảo mật bao gồm mã hóa, sự mã hóa này ngăn chặn sự thăm dò từ các bên thứ ba, và bảo vệ tính toàn vẹn, sự bảo vệ này ngăn chặn sự sử dụng dữ liệu từ các bên thứ ba.

Lớp điều khiển tài nguyên radio (RRC) thuộc L3. Lớp RLC được bố trí tại phần thấp nhất của L3, và chỉ được xác định trong mặt phẳng điều khiển. Lớp

RRC giữ vai trò điều khiển tài nguyên radio giữa UE và mạng. Đối với điều này, UE và mạng trao đổi thông báo RRC thông qua lớp RRC. Lớp RRC điều khiển các kênh logic, các kênh truyền tải, và các kênh vật lý liên quan tới sự tạo cấu hình, sự tạo cấu hình lại, và sự giải phóng của các RB. RB là đường truyền logic được cung cấp bởi L1 và L2 để cung cấp dữ liệu giữa UE và mạng. Đó là, RB là dịch vụ được cung cấp bởi L2 để truyền dữ liệu giữa UE và E-UTRAN. Sự tạo cấu hình của RB chỉ sự xử lý để cụ thể hóa lớp giao thức radio và các đặc tính kênh để cung cấp dịch vụ riêng và để xác định các thông số và các hoạt động chi tiết tương ứng. RB được phân chia thành hai dạng, tức là, RB báo hiệu (Signaling RB, viết tắt là SRB) và RB dữ liệu (Data RB, viết tắt là DRB). SRB được sử dụng làm đường truyền để truyền thông báo RRC trong mặt phẳng điều khiển. DRB được sử dụng làm đường truyền để truyền dữ liệu người dùng trong mặt phẳng người dùng.

Dựa trên Fig.3-(a), RLC và các lớp MAC (được kết thúc trong eNB về phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như lập lịch biểu, yêu cầu phát lại tự động (ARQ), và yêu cầu phát lại tự động lai ghép (HARQ). Lớp PDCP (được kết thúc trong eNB về phía mạng) có thể thực hiện các chức năng mặt phẳng người dùng như nén phần đầu, bảo vệ tính toàn vẹn, và mã hóa.

Dựa trên Fig.3-(b), RLC và các lớp MAC (được kết thúc trong eNB về phía mạng) có thể thực hiện các chức năng giống nhau đối với mặt phẳng điều khiển. Lớp RRC (được kết thúc trong eNB về phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như quảng bá, tìm gọi, quản lý kết nối RRC, điều khiển RB, các chức năng lưu động, và thông báo và điều khiển phép đo UE. Giao thức điều khiển NAS (được kết thúc trong MME của công về phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như quản lý sóng mang SAE, xác thực, kiểm soát tính di động trong trạng thái LTE_IDLE, khởi tạo tìm gọi trong trạng thái LTE_IDLE, và điều khiển bảo mật để báo hiệu giữa công và UE.

Trạng thái RRC chỉ báo xem lớp RRC của UE có được kết nối logic với lớp RRC của E-UTRAN hay không. Trạng thái RRC có thể được phân chia thành hai trạng thái khác nhau như trạng thái được kết nối RRC và trạng thái rời RRC. Khi sự kết nối RRC được thiết lập giữa lớp RRC của UE và lớp RRC của

E-UTRAN, UE có trạng thái RRC_CONNECTED, và ngược lại UE có trạng thái RRC_IDLE. Do UE trong trạng thái RRC_CONNECTED có sự kết nối RRC được thiết lập với E-UTRAN, E-UTRAN có thể nhận ra sự tồn tại của UE trong trạng thái RRC_CONNECTED và có thể điều khiển hiệu quả UE. Trong khi đó, UE trong trạng thái RRC_IDLE có thể không được nhận ra bởi E-UTRAN, và CN quản lý UE theo đơn vị của TA, đó là khu vực rộng hơn ô. Đó là, chỉ sự tồn tại của UE trong trạng thái RRC_IDLE được nhận ra theo đơn vị của khu vực lớn, và UE chuyển tiếp sang trạng thái RRC_CONNECTED để thu dịch vụ truyền thông di động điển hình như truyền thông âm thanh hoặc dữ liệu.

Trong trạng thái RRC_IDLE, UE có thể thu các sự phát quảng bá của thông tin hệ thống và thông tin tìm gọi trong khi UE định rõ sự thu nhận gián đoạn (Discontinuous Reception, viết tắt là DRX) được tạo cấu hình bởi NAS, và UE đã được cấp phát sự nhận dạng (Identification, viết tắt là ID) mà nhận dạng duy nhất UE trong khu vực theo dõi và có thể thực hiện việc chọn mạng di động mặt đất công cộng (Public Land Mobile Network, viết tắt là PLMN) và việc chọn lại ô. Trong trạng thái RRC_IDLE, không có ngữ cảnh RRC nào được lưu trữ trong eNB.

Trong trạng thái RRC_CONNECTED, UE có sự kết nối E-UTRAN RRC và ngữ cảnh trong E-UTRAN, sao cho có thể truyền và/hoặc thu dữ liệu tới/từ eNB. UE cũng có thể thông báo thông tin chất lượng kênh và phản hồi tới eNB. Trong trạng thái RRC_CONNECTED, E-UTRAN biết ô chứa UE. Do đó, mạng có thể truyền và/hoặc thu dữ liệu tới/từ UE, mạng có thể điều khiển tính di động (chuyển vùng và yêu cầu thay đổi ô sử dụng các kỹ thuật truy cập liên radio (Radio Access Technology, viết tắt là RAT) tới mạng truy cập radio GSM EDGE (GSM EDGE Radio Access Network, viết tắt là GERAN) với sự thay đổi ô được hỗ trợ mạng (Network Assisted Cell Change, viết tắt là NACC)) của UE, và mạng có thể thực hiện các phép đo ô cho ô lân cận.

Trong trạng thái RRC_IDLE, UE định rõ chu kỳ DRX tìm gọi. Cụ thể là, UE giám sát tín hiệu tìm gọi ở cơ hội tìm gọi cụ thể của mọi chu kỳ DRX tìm gọi cụ thể của UE. Cơ hội tìm gọi là khoảng tìm gọi mà trong đó tín hiệu tìm gọi được truyền. UE có cơ hội tìm gọi của riêng nó.

Thông báo tìm gọi được truyền trên tất cả các ô thuộc cùng khu vực theo dõi. Nếu UE chuyển từ một TA sang TA khác, UE sẽ gửi thông báo cập nhật khu vực theo dõi (Tracking Area Update, viết tắt là TAU) tới mạng để cập nhật vị trí của nó.

Khi người dùng khởi động ban đầu trên UE, đầu tiên UE tìm kiếm ô thích hợp và sau đó duy trì ở trạng thái RRC_IDLE tại ô đó. Khi không cần thiết lập sự kết nối RRC, UE mà duy trì ở trạng thái RRC_IDLE thiết lập sự kết nối RRC với RRC của E-UTRAN thông qua thủ tục kết nối RRC và sau đó có thể chuyển tiếp sang trạng thái RRC_CONNECTED. UE mà duy trì ở trạng thái RRC_IDLE có thể cần thiết lập sự kết nối RRC với E-UTRAN khi sự truyền dữ liệu đường lên là cần thiết do yêu cầu tìm gọi của người dùng hoặc yêu cầu tương tự hoặc khi cần truyền thông báo phản hồi mỗi khi thu được thông báo tìm gọi từ E-UTRAN.

Được biết rằng các trị số nguyên nhân khác nhau có thể được ánh xạ tới chuỗi nhận dạng được sử dụng để truyền các thông báo giữa UE và eNB và hoặc là chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator, viết tắt là CQI) hoặc là suy hao đường truyền và nguyên nhân hoặc kích cỡ thông báo là các lựa chọn để được bao gồm trong phần mở đầu ban đầu.

Khi UE muốn truy cập mạng và xác định thông báo được truyền, thông báo có thể được liên hệ với mục đích và trị số nguyên nhân có thể được xác định. Kích cỡ của thông báo lý tưởng cũng có thể được xác định bằng cách nhận dạng tất cả thông tin tùy chọn và các kích cỡ thay thế khác, như bằng cách loại bỏ thông tin tùy chọn, hoặc thông báo yêu cầu lập lịch biểu thay thế có thể được sử dụng.

UE thu được thông tin cần thiết để truyền phần mở đầu, nhiễu UL, năng lượng truyền sóng chủ và tỉ lệ tín hiệu-nhiều (Signal-to-Noise Ratio, viết tắt là SNR) được yêu cầu đối với sự phát hiện phần mở đầu tại bộ thu hoặc dạng kết hợp của chúng. Thông tin này phải cho phép sự tính toán năng lượng truyền ban đầu của phần mở đầu. Điều này là có lợi khi truyền thông báo UL trong lân cận của phần mở đầu xét về tần số để đảm bảo rằng kênh giống nhau được sử dụng để truyền thông báo.

UE sẽ xem xét nhiều UL và suy hao đường truyền UL để đảm bảo rằng mạng thu phần mở đầu với SNR nhỏ nhất. Nhiều UL có thể được xác định chỉ trong eNB, và do đó, phải được quảng bá bởi eNB và được thu bởi UE trước sự truyền phần mở đầu. Suy hao đường truyền UL có thể được xem xét là tương tự với suy hao đường truyền DL và có thể được ước tính bởi UE từ cường độ tín hiệu RX được thu khi năng lượng truyền của một vài chuỗi sóng chủ của ô đã biết tới UE.

SNR của UL được yêu cầu để phát hiện phần mở đầu sẽ phụ thuộc điển hình vào sự tạo cấu hình eNB, như số lượng các anten Rx và đặc tính bộ thu. Đó có thể là các ưu thế để truyền năng lượng truyền tĩnh của sóng chủ và SNR của UL cần thiết mà không phụ thuộc vào nhiều UL khác nhau và độ lệch năng lượng có thể được yêu cầu giữa phần mở đầu và thông báo.

Năng lượng truyền ban đầu của phần mở đầu có thể được tính toán nhanh theo công thức dưới đây:

Năng lượng truyền = sóng chủ truyền – sóng chủ Rx + nhiễu UL + độ lệch + SNR được yêu cầu.

Do đó, dạng kết hợp bất kỳ của SNR được yêu cầu, nhiễu UL, sóng chủ truyền và độ lệch có thể được phát rộng. Theo nguyên lý, chỉ một trị số phải được phát rộng. Điều này là cần thiết trong các hệ thống UMTS hiện thời, mặc dù nhiễu UL trong 3GPP LTE sẽ chủ yếu là nhiễu ô lân cận mà có thể ổn định hơn trong hệ thống UMTS.

UE xác định năng lượng truyền UL ban đầu để truyền phần mở đầu như được giải thích ở trên. Bộ thu trong eNB có khả năng ước tính năng lượng được thu tuyệt đối cũng như năng lượng được thu tương đối so với nhiễu tại ô đó. eNB sẽ xem xét phần mở đầu được phát hiện nếu năng lượng tín hiệu được thu so với nhiễu là trên ngưỡng đã biết của eNB.

UE thực hiện sự tăng giảm năng lượng đột ngột (power ramping) để đảm bảo rằng UE có thể được phát hiện kể cả nếu năng lượng truyền được ước tính ban đầu của phần mở đầu là không đủ. Phần mở đầu khác sẽ có nhiều khả năng được truyền nếu không có ACK hoặc NACK được thu bởi UE trước yêu cầu truy cập ngẫu nhiên tiếp theo. Năng lượng truyền phần mở đầu có thể được tăng

lên, và/hoặc phần mở đầu có thể được truyền trên tần số UL khác để tăng xác suất phát hiện. Do đó, năng lượng truyền phần mở đầu thực tế mà sẽ được phát hiện không nhất thiết tương ứng với năng lượng truyền ban đầu của phần mở đầu như được tính toán ban đầu bởi UE.

UE phải xác định định dạng truyền tải UL khả dụng. Định dạng truyền tải, mà có thể bao gồm MCS và số lượng khối tài nguyên mà sẽ được sử dụng bởi UE, chủ yếu phụ thuộc vào hai tham số, cụ thể là SNR tại eNB và kích cỡ được yêu cầu của thông báo được truyền.

Thực tế là, kích cỡ thông báo UE lớn nhất, hoặc phần tải dữ liệu, và SNR nhỏ nhất được yêu cầu tương ứng với mỗi định dạng truyền tải. Trong UMTS, UE xác định trước khi truyền phần mở đầu xem định dạng truyền tải có thể được chọn để truyền theo năng lượng truyền phần mở đầu ban đầu được ước tính hay không, độ lệch được yêu cầu giữa phần mở đầu và khối truyền tải, năng lượng truyền UE khả dụng hoặc được cho phép lớn nhất, độ lệch cố định và độ dự trữ bổ sung. Phần mở đầu trong UMTS không cần bao gồm thông tin bất kỳ liên quan đến định dạng truyền tải được chọn bởi EU do mạng không cần dự trữ các tài nguyên thời gian và tần số và, do đó, định dạng truyền tải được chỉ báo cùng với thông báo được truyền.

eNB phải nhận biết kích cỡ của thông báo mà UE dự định truyền và khả năng đạt được SNR bởi UE để chọn định dạng truyền tải chính xác mỗi khi thu phần mở đầu và sau đó dự trữ các tài nguyên thời gian và tần số thiết yếu. Do đó, eNB không thể ước tính khả năng đạt được SNR bởi EU theo phần mở đầu được thu bởi vì năng lượng truyền UE so với năng lượng truyền UE khả dụng hoặc được cho phép lớn nhất không được biết tới eNB, UE có nhiều khả năng sẽ xem xét suy hao đường truyền được đo trong DL hoặc một vài phép đo tương đương để xác định năng lượng truyền phần mở đầu ban đầu.

eNB có thể tính toán hiệu số giữa suy hao đường truyền được ước tính trong DL được so sánh và suy hao đường truyền của UL. Tuy nhiên, sự tính toán này là không khả dụng nếu sự tăng giảm năng lượng đột ngột được sử dụng và năng lượng truyền UE cho phần mở đầu không tương ứng với năng lượng truyền UE được tính ban đầu. Hơn nữa, độ chính xác của năng lượng truyền UE thực tế

và năng lượng truyền trong đó UE được dự định truyền là rất thấp. Do đó, đã được đề xuất mã hóa suy hao đường truyền hoặc ước tính CQI của đường xuống và kích cỡ thông báo hoặc trị số nguyên nhân trong UL trong tín hiệu nhận dạng.

Sự kết hợp sóng mang (Carrier Aggregation, viết tắt là CA) được mô tả và có thể tham khảo tại phần 5.5 của tài liệu “3GPP TS 36.300 V11.6.0 (2013-06)”.

Trong CA, hai hoặc nhiều hơn hai sóng mang thành phần (Component Carrier, viết tắt là CC) được kết hợp để cung cấp các dải tần truyền rộng hơn lên đến 100MHz. UE có thể thu hoặc truyền đồng thời trên một hoặc nhiều hơn một CC tùy thuộc vào khả năng của nó. UE có đơn khả năng định thời sớm đối với CA có thể thu và/hoặc truyền đồng thời trên nhiều CC tương ứng với nhiều ô phục vụ chia sẻ cùng giá trị định thời sớm (nhiều ô phục vụ được nhóm thành một nhóm có cùng giá trị định thời sớm (TAG)). UE có đa khả năng định thời sớm đối với CA có thể thu và/hoặc truyền đồng thời trên nhiều CC tương ứng với nhiều ô phục vụ có giá trị định thời sớm khác nhau (nhiều ô phục vụ được nhóm thành nhiều TAG). E-UTRAN đảm bảo rằng mỗi TAG bao gồm ít nhất một ô phục vụ. UE không có khả năng kết hợp sóng mang có thể thu trên CC đơn và truyền trên CC đơn tương ứng với chỉ một ô phục vụ (một ô phục vụ trong một TAG).

Ô phục vụ là dạng kết hợp của các tài nguyên đường xuống và đường lên tùy chọn. Đó là, ô phục vụ có thể bao gồm một DL CC và một UL CC. Theo cách khác, ô phục vụ có thể bao gồm một DL CC. CA có thể có nhiều ô phục vụ. Nhiều ô phục vụ có thể bao gồm một ô phục vụ chính (PCell) và ít nhất một ô phục vụ phụ (SCell). Sự truyền PUCCH, thủ tục truy cập ngẫu nhiên, v.v., có thể được thực hiện chỉ trong PCell.

Fig.5 thể hiện ví dụ của sự kết hợp sóng mang của 3GPP LTE-A. Dựa trên Fig.5, mỗi CC có dải tần là 20 MHz, đó là dải tần của 3GPP LTE. Có tới 5 CC có thể được kết hợp, vì thế dải tần lớn nhất sẽ là 100 MHz có thể được tạo cấu hình.

CA được hỗ trợ cho cả các CC liên kề và không liên kề với mỗi CC được giới hạn lớn nhất là 110 RB trong miền tần số sử dụng thần số học (numerology)

Rel-8/9.

Có thể tạo cấu hình UE để kết hợp các CC với số lượng khác nhau khởi tạo từ cùng eNB và các dải tần có thể khác nhau trong UL và DL. Số lượng các DL CC mà có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng kết hợp DL của UE. Số lượng các UL CC mà có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng kết hợp UL của UE. Không thể tạo cấu hình UE với số lượng UL CC nhiều hơn số lượng DL CC. Trong các triển khai TDD điển hình, nếu số lượng các CC và dải tần của mỗi CC trong UL và DL là giống nhau. Số lượng các TAG mà có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng TAG của UE.

Các CC khởi tạo từ cùng eNB không cần cung cấp cùng vùng bao phủ.

Các CC sẽ là sự tương thích LTE Rel-8/9. Tuy nhiên, các cơ chế hiện có (ví dụ, chặn) có thể được sử dụng để tránh các Rel-8/9 UE giữ CC.

Độ chênh lệch giữa các tần số trung tâm của các CC được kết hợp liên kề sẽ là bội số của 300 kHz. Điều này để tương thích với đường quét tần số 100 kHz của Rel-8/9 và tại cùng thời gian bảo toàn tính trực giao của các sóng mang phụ có độ chênh lệch 15 kHz. Phụ thuộc vào kịch bản kết hợp, độ chênh lệch $n \times 300$ kHz có thể được tạo ra dễ dàng hơn bằng cách chèn số lượng nhỏ các sóng mang phụ không sử dụng giữa các CC liên kề.

Đối với TDD CA, sự tạo cấu hình đường xuống/đường lên là các sóng mang thành phần ngang đồng nhất trong cùng dải tần và có thể là các sóng mang thành phần ngang giống hoặc khác nhau trong các dải tần khác nhau.

Fig.6 thể hiện ví dụ của cấu trúc DL lớp 2 đối với CA. Fig.7 thể hiện ví dụ của cấu trúc UL lớp 2 đối với CA. CA có thể tác động đến lớp con MAC của lớp 2. Ví dụ, do CA sử dụng nhiều CC, và mỗi thực thể HARQ quản lý mỗi CC, lớp con MAC sẽ thực hiện các thao tác liên quan đến nhiều thực thể HARQ. Hơn nữa, mỗi thực thể HARQ xử lý khối truyền tải độc lập. Do đó, trong CA, nhiều khối truyền tải có thể được truyền hoặc được thu tại cùng thời điểm thông qua nhiều CC.

Sự tăng cường ô nhỏ được mô tả và có thể tham khảo trong tài liệu “3GPP TR 36.932 V12.0.0 (2012-12)”.

Fig.8 thể hiện các kịch bản triển khai của các ô nhỏ có/không có vùng

bao phủ lớn. Sự tăng cường ô nhỏ sẽ tiến hành cho cả vùng bao phủ lớn hoặc không lớn, cả sự triển khai ô nhỏ trong nhà và ngoài trời và cả đường truyền kết nối lý tưởng và không lý tưởng. Cả sự triển khai ô nhỏ dày và thưa sẽ được xem xét.

Dựa trên Fig.8, sự tăng cường ô nhỏ sẽ tiến hành cho kịch bản triển khai trong đó các nút ô nhỏ được triển khai trong vùng bao phủ của một hoặc nhiều hơn một lớp ô lớn E-UTRAN được xếp chồng để tăng cường dung lượng của mạng di động đã được triển khai. Hai kịch bản có thể được xem xét, trong đó:

UE đồng thời nằm trong vùng bao phủ của cả ô lớn và ô nhỏ,

UE không đồng thời nằm trong vùng bao phủ của cả ô lớn và ô nhỏ.

Kịch bản triển khai trong đó các nút ô nhỏ cũng không được triển khai trong vùng bao phủ của một hoặc nhiều hơn một lớp ô lớn E-UTRAN được xếp chồng có thể được xem xét.

Sự tăng cường ô nhỏ sẽ thực hiện trong cả sự triển khai ô nhỏ trong nhà và ngoài trời. Các nút ô nhỏ có thể được triển khai trong nhà và ngoài trời, và trong trường hợp có thể cung cấp dịch vụ tới các UE trong nhà hoặc ngoài trời.

Đối với UE trong nhà, chỉ tốc độ UE thấp (0-3km/h) được mong muốn. Đối với UE ngoài trời, không chỉ tốc độ UE thấp, mà tốc độ UE trung bình (lên đến 30km/h và các tốc độ cao hơn khả dụng) được mong muốn.

Cả thông lượng và tính di động/khả năng kết nối sẽ được sử dụng làm tham số đặc tính cho cả tính di động thấp và trung bình. Đặc tính biên của ô (ví dụ điểm CDF 5% đối với thông lượng người dùng) và hiệu suất năng lượng (của cả mạng và UE) cũng được sử dụng làm các tham số.

Cả đường truyền kết nối lý tưởng (tức là, đường truyền kết nối có thông lượng rất cao và độ trễ rất thấp như sự kết nối điểm-tới-điểm được dành riêng sử dụng sợi quang, vi sóng truyền trong tầm nhìn thẳng (Line-of-Sight, viết tắt là LOS)) và đường truyền kết nối không lý tưởng (tức là, đường truyền kết nối điển hình được sử dụng rộng rãi trên thị trường như xDSL, vi sóng truyền không theo tầm nhìn thẳng (non-LOS, viết tắt là NLOS), và các đường truyền kết nối khác có độ trễ) sẽ được nghiên cứu. Sự cân bằng chi phí-hiệu suất sẽ được xem xét đến.

Đối với các giao diện giữa ô lớn và ô nhỏ, cũng như giữa các ô nhỏ, các nghiên cứu đầu tiên sẽ nhận biết dạng thông tin nào là cần hoặc có lợi để được trao đổi giữa các nút để đạt được các cải thiện mong muốn trước khi dạng thực tế của giao diện được xác định. Và nếu giao diện trực tiếp sẽ được được giả định giữa ô lớn và ô nhỏ, cũng như giữa ô nhỏ và ô nhỏ, giao diện X2 có thể được sử dụng làm điểm bắt đầu.

Sự tăng cường ô nhỏ sẽ xem xét sự triển khai ô nhỏ dày và thưa. Trong một vài kịch bản (ví dụ, các địa điểm trong nhà ngoài trời của điểm truy cập không dây, v.v.), một hoặc một vài nút được triển khai thưa, ví dụ, để bao phủ (các) điểm truy cập không dây. Trong khi đó, trong một vài kịch bản (ví dụ, đô thị đông đúc, các trung tâm mua sắm lớn, v.v.), nhiều nút ô nhỏ được triển khai dày để cung cấp lưu lượng khổng lồ trên khu vực tương đối rộng được bao phủ bởi các nút ô nhỏ. Vùng bao phủ của lớp ô nhỏ thông thường bị gián đoạn giữa các khu vực của điểm truy cập không dây khác nhau. Mỗi khu vực của điểm truy cập không dây có thể được bao phủ bởi nhóm của các ô nhỏ, tức là, nhóm ô nhỏ.

Hơn nữa, sự mở rộng/khả năng mở rộng trong tương lai dễ dàng (ví dụ, từ thưa sang dày, từ dày ở khu vực nhỏ sang dày ở khu vực lớn, hoặc từ dày bình thường sang rất dày) sẽ được xem xét. Đối với đặc tính di động/khả năng kết nối, cả sự triển khai dày và thưa sẽ được xem xét với sự ưu tiên như nhau.

Cả kịch bản được đồng bộ và không được đồng bộ sẽ được xem xét giữa các ô nhỏ cũng như giữa các ô nhỏ và (các) ô lớn. Đối với các hoạt động cụ thể, ví dụ, phối hợp nhiều, kết hợp sóng mang và liên eNB được phối hợp đa điểm (Coordinated Multi-Point, viết tắt là COMP), sự tăng cường ô nhỏ có thể có lợi từ các triển khai được đồng bộ xét về các phép đo/tìm kiếm trong ô nhỏ và sự quản lý tài nguyên/nhiều. Do đó, các triển khai được đồng bộ thời gian của các nhóm ô nhỏ được ưu tiên trong nghiên cứu và các phương pháp mới để đạt được sự đồng bộ này sẽ được xem xét.

Các kịch bản ô nhỏ để đánh giá được mô tả.

Fig.9 thể hiện ví dụ của kịch bản triển khai ô nhỏ để đánh giá. Kịch bản triển khai ô nhỏ được mô tả trên Fig.9 là thiết kế chung cho các kịch bản ô nhỏ cho mục đích đánh giá. Lưu ý rằng sự bổ sung các kịch bản để đánh giá các khía

cạnh của lớp cao hơn có thể được xem xét phụ thuộc vào kết quả của các nghiên cứu lớp cao hơn. Dựa trên Fig.9, ô lớn có thể hoạt động ở tần số F1. Ô lớn được xếp chồng có thể có hoặc không. Các ô nhỏ, mà tạo thành nhóm ô nhỏ, có thể hoạt động ở tần số F1 hoặc F2. Các ô nhỏ trong nhóm ô nhỏ có thể phối hợp với mỗi ô nhỏ khác. Ô lớn và các ô nhỏ có thể phối hợp với mỗi ô nhỏ khác.

Fig.10 thể hiện ví dụ của kịch bản triển khai ô nhỏ. Dựa trên Fig.10, các ô nhỏ được triển khai với sự có mặt của mạng lớn xếp chồng. Ô lớn và các ô nhỏ được triển khai sử dụng tần số giống nhau, tức là, F1. Hơn nữa, ô lớn và các ô nhỏ được triển khai ở ngoài trời. Nhiều người dùng có thể được phân bố ở cả trong nhà và ngoài trời. Hơn nữa, nhóm ô nhỏ có thể được xem xét. Nhóm ô nhỏ có thể dày hơn nhóm ô nhỏ trong các kịch bản được xem xét cho sự truyền/thu đa điểm được phối hợp (Coordinated Multi-Point, viết tắt là CoMP)/sự kết hợp nhiều liên ô được cải tiến (enhanced Inter-Cell Interference Coordination, viết tắt là eICIC) theo LTE rel-10, ICIC được cải tiến thêm (further enhanced ICIC, viết tắt là feICIC) theo 3GPP rel-11. Hơn nữa, cả đường truyền kết nối lý tưởng và đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được xem xét đối với giao diện giữa các ô nhỏ trong cùng nhóm ô nhỏ, hoặc giao diện giữa nhóm ô nhỏ và ít nhất một eNB lớn. Hơn nữa, đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được giả định cho tất cả các giao diện khác.

Fig.11 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ. Dựa trên Fig.11, các ô nhỏ được triển khai với sự có mặt của mạng lớn xếp chồng. Ô lớn và các ô nhỏ được triển khai sử dụng các tần số khác nhau. Đó là, ô lớn sử dụng tần số F1, và các ô nhỏ sử dụng tần số F2. Hơn nữa, ô lớn và các ô nhỏ được triển khai ở ngoài trời. Nhiều người dùng có thể được phân bố ở cả trong nhà và ngoài trời. Hơn nữa, nhóm ô nhỏ có thể được xem xét. Nhóm ô nhỏ có thể dày hơn nhóm ô nhỏ trong các kịch bản được xem xét đối với sự truyền/thu CoMP/eICIC theo LTE rel-10, feICIC theo 3GPP rel-11. Hơn nữa, cả đường truyền kết nối lý tưởng và đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được xem xét đối với giao diện giữa các ô nhỏ trong cùng nhóm ô nhỏ, hoặc giao diện giữa nhóm ô nhỏ và ít nhất một eNB lớn. Hơn nữa, đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được giả định cho tất cả các giao diện khác.

Fig.12 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ. Dựa trên Fig.12, các ô nhỏ được triển khai với sự có mặt của mạng lớn xếp chồng. Ô lớn và các ô nhỏ được triển khai sử dụng các tần số khác nhau. Đó là, ô lớn sử dụng tần số F1, và các ô nhỏ sử dụng tần số F2. Hơn nữa, ô lớn được triển khai ở ngoài trời, và các ô nhỏ được triển khai ở trong nhà. Nhiều người dùng có thể được phân bố ở cả trong nhà và ngoài trời. Hơn nữa, nhóm ô nhỏ có thể được xem xét. Nhóm ô nhỏ có thể dày hơn nhóm ô nhỏ trong các kịch bản được xem xét đối với sự truyền/thu CoMP/EICIC theo LTE rel-10, feICIC theo 3GPP rel-11. Theo cách khác, kịch bản thưa có thể được xem xét như kịch bản của điểm truy cập không dây trong nhà được đánh giá đối với các kịch bản LTE rel-10. Hơn nữa, cả đường truyền kết nối lý tưởng và đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được xem xét đối với giao diện giữa các ô nhỏ trong cùng nhóm ô nhỏ, hoặc giao diện giữa nhóm ô nhỏ và ít nhất một eNB lớn. Hơn nữa, đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được giả định cho tất cả các giao diện khác.

Fig.13 thể hiện ví dụ khác của kịch bản triển khai ô nhỏ. Dựa trên Fig.13, vùng bao phủ ô lớn không có mặt. Các ô nhỏ được triển khai sử dụng tần số F1 hoặc F2. Hơn nữa, các ô nhỏ được triển khai ở trong nhà. Nhiều người dùng có thể được phân bố ở cả trong nhà và ngoài trời. Hơn nữa, nhóm ô nhỏ có thể được xem xét. Nhóm ô nhỏ có thể dày hơn nhóm ô nhỏ trong các kịch bản được xem xét đối với sự truyền/thu CoMP/EICIC theo LTE rel-10, feICIC theo 3GPP rel-11. Theo cách khác, kịch bản thưa có thể được xem xét như kịch bản của điểm truy cập không dây trong nhà được đánh giá đối với các kịch bản LTE rel-10. Hơn nữa, cả đường truyền kết nối lý tưởng và đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được xem xét đối với giao diện giữa các ô nhỏ trong cùng nhóm ô nhỏ. Hơn nữa, đường truyền kết nối không lý tưởng có thể được giả định cho tất cả các giao diện khác.

Trong các kịch bản được mô tả trên Fig.12 và Fig.13, tất cả các đặc tính có thể ít nhất được đánh giá trong các trường hợp dày. Điều này có thể không loại trừ sự đánh giá đang được thực hiện như nhau trong các trường hợp khác đối với các đặc tính riêng biệt. Có thể được khuyến cáo rằng các sự nâng cao hiệu suất phổ cũng sẽ được đánh giá trong các trường hợp thưa.

Kết nối kép được mô tả.

Fig.14 thể hiện ví dụ của kết nối kép tới ô lớn và ô nhỏ. Dựa trên Fig.14, UE được kết nối với cả ô lớn và ô nhỏ. eNB ô lớn phục vụ ô lớn là MeNB trong kết nối kép, và eNB ô nhỏ phục vụ ô nhỏ là SeNB trong kết nối kép. MeNB là eNB định giới hạn ít nhất S1-MME và do đó hoạt động như điểm neo di động về phía CN trong kết nối kép. Nếu eNB lớn hiện có, eNB lớn thông thường có thể có chức năng làm MeNB. SeNB là eNB cung cấp tài nguyên radio bổ sung cho UE, nó không phải là MeNB, trong kết nối kép. SeNB chịu trách nhiệm truyền lưu lượng dạng nỗ lực tối đa (Best Effort, viết tắt là BE), trong khi MeNB chịu trách nhiệm truyền các dạng khác của lưu lượng như VoIP, dữ liệu dòng, hoặc dữ liệu báo hiệu. Giao diện giữa MeNB và SeNB được gọi là giao diện Xn. Giao diện Xn được giả định là không lý tưởng, tức là, độ trễ trong giao diện Xn có thể lên đến 60ms.

Fig.15 thể hiện ví dụ của cấu trúc giao thức cung cấp kết nối kép. Để cung cấp kết nối kép, các cấu trúc giao thức đã được nghiên cứu. Dựa trên Fig.15, các thực thể PDCP và RLC được bố trí trong các nút mạng khác nhau, tức là, các thực thể PDCP trong MeNB và các thực thể RLC trong SeNB. Về phía UE, cấu trúc giao thức giống với các giải pháp kỹ thuật đã biết ngoại trừ rằng thực thể MAC được thiết lập cho mỗi eNB (tức là, MeNB và SeNB).

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên (RA) được mô tả và có thể được tham khảo trong phần 10.1.5 của tài liệu “3GPP TS 36.300 V11.6.0 (2013-06)”.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên khác biệt ở chỗ:

- thủ tục chung cho cả FDD và TDD;
- một thủ tục không kể kích cỡ ô và số lượng các ô phục vụ khi sự kết hợp sóng mang (CA) được tạo cấu hình.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được thực hiện đối với các sự kiện dưới đây liên quan đến ô phụ (PCell):

- sự truy cập ban đầu từ trạng thái RRC_IDLE;
- thủ tục thiết lập lại kết nối RRC;
- chuyển vùng;
- sự đến của dữ liệu DL (DL data arrival) trong trạng thái

RRC_CONNECTED yêu cầu thủ tục truy cập ngẫu nhiên (ví dụ, khi trạng thái đồng bộ DL là “không được đồng bộ”);

- sự đến của dữ liệu UL (DL data arrival) trong trạng thái RRC_CONNECTED yêu cầu thủ tục truy cập ngẫu nhiên (ví dụ, khi trạng thái đồng bộ UL là "không được đồng bộ" hoặc không có các tài nguyên PUCCH để yêu cầu lập lịch biểu (SR) khả dụng);

- đối với mục đích định vị trong trạng thái RRC_CONNECTED yêu cầu thủ tục truy cập ngẫu nhiên (ví dụ, khi giá trị định thời sớm là cần thiết cho sự định vị UE);

thủ tục truy cập ngẫu nhiên cũng được thực hiện trên SCell để thiết lập sự căn chỉnh thời gian cho TAG phụ (secondary TAG, viết tắt là sTAG) tương ứng.

Hơn nữa, thủ tục truy cập ngẫu nhiên có hai dạng khác biệt:

- dựa trên sự tranh chấp (có thể áp dụng cho năm sự kiện đầu tiên);
- dựa trên sự không tranh chấp (chỉ có thể áp dụng cho sự chuyển vùng, sự đến của dữ liệu DL, định vị và thu được sự căn chỉnh giá trị định thời sớm cho sTAG).

Sự truyền DL/UL thông thường có thể thực hiện sau thủ tục truy cập ngẫu nhiên.

Nút chuyển tiếp (Relay Node, viết tắt là RN) cung cấp cả truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự tranh chấp và truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp. Khi RN thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên, nó tạm hoãn sự tạo cấu hình khung con RN hiện tại bất kỳ, nghĩa là nó bỏ mặc tạm thời sự tạo cấu hình khung con RN. Sự tạo cấu hình khung con RN được tiếp tục lại khi hoàn thành thủ tục truy cập ngẫu nhiên thành công.

Fig.16 thể hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự tranh chấp.

Bốn bước của thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự tranh chấp là:

- 1) phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên trên RACH trong đường lên (thông báo 1):

có hai nhóm khả dụng được xác định và một nhóm tùy chọn. Nếu cả hai nhóm được tạo cấu hình kích cỡ của thông báo 3 và sự suy hao đường truyền được sử dụng để xác định xem phần mở đầu được chọn từ nhóm nào. Nhóm

trong đó phần mở đầu thuộc về cung cấp sự chỉ báo kích cỡ của thông báo 3 và các điều kiện radio tại UE. Thông tin nhóm chứa phần mở đầu cùng với các ngưỡng cần thiết được quảng bá trên thông tin hệ thống.

2) phản hồi truy cập ngẫu nhiên được tạo ra bởi MAC trên DL-SCH (thông báo 2):

thông báo 2 có thể là bán đồng bộ (trong cửa sổ linh hoạt trong đó kích cỡ là một hoặc nhiều hơn một TTI) với thông báo 1. Thông báo 2 có thể không sử dụng HARQ. Thông báo 2 có thể được định địa chỉ tới nhận dạng tạm thời mạng radio truy cập ngẫu nhiên (Random Access Radio Network Temporary Identity, viết tắt là RA-RNTI) trên PDCCH. Thông báo 2 có thể truyền ít nhất ký tự nhận dạng phần mở đầu RA, thông tin căn chỉnh thời gian đối với nhóm có cùng giá trị định thời sớm chính (Primary Timing Advance Group, viết tắt là pTAG), sự cấp phát và gán UL ban đầu của RNTI của ô (cell RNTI, viết tắt là C-RNTI) tạm thời (mà có thể hoặc không thể trở nên bền vững dựa trên sự giải quyết tranh chấp). Thông báo 2 có thể được mong muốn tới số lượng thay đổi của các UE trong một thông báo DL-SCH.

3) sự truyền UL được lập lịch biểu thứ nhất trên UL-SCH (thông báo 3):

thông báo 3 có thể sử dụng HARQ. Kích cỡ của các khối truyền tải phụ thuộc vào sự cấp phát UL được truyền trong bước 2 và là ít nhất 80 bit. Đối với sự truy cập ban đầu, thông báo 3 có thể truyền yêu cầu kết nối RRC được tạo ra bởi lớp RRC và được truyền thông qua CCCH, hoặc có thể truyền ít nhất ký tự nhận dạng NAS UE nhưng không có thông báo NAS. Đối với thủ tục thiết lập lại kết nối RRC, thông báo 3 có thể truyền yêu cầu thiết lập lại kết nối RRC được tạo ra bởi lớp RRC và được truyền thông qua CCCH. Thông báo 3 có thể không bao gồm thông báo NAS bất kỳ nào. Sau khi chuyển vùng, trong ô đích, thông báo 3 có thể truyền xác nhận chuyển vùng RRC được bảo vệ toàn vẹn và được mã hóa được tạo ra bởi lớp RRC và được truyền thông qua DCCH, hoặc có thể truyền C-RNTI của UE (mà được cấp phát thông qua lệnh chuyển vùng). Thông báo 3 có thể bao gồm thông báo trạng thái vùng đệm đường lên khi có thể. Đối với các sự kiện khác, thông báo 3 có thể truyền ít nhất C-RNTI của UE.

4) sự giải quyết tranh chấp trên DL (thông báo 4):

sự giải quyết tranh chấp sớm sẽ được sử dụng, tức là, eNB không chờ phản hồi NAS trước khi giải quyết sự tranh chấp. Thông báo 4 có thể không được đồng bộ với thông báo 3. HARQ được hỗ trợ. Thông báo 4 có thể được định địa chỉ tới C-RNTI tạm thời trên PDCCH đối với sự truy cập ban đầu và sau lỗi liên kết radio, và/hoặc C-RNTI trên PDCCH đối với UE trong trạng thái RRC_CONNECTED. Phản hồi HARQ được truyền chỉ bởi UE mà phát hiện nhận dạng UE của chính nó, như được cung cấp trong thông báo 3, được lặp lại trong thông báo giải quyết tranh chấp.

C-RNTI tạm thời được tăng cấp thành C-RNTI đối với UE mà phát hiện sự thành công RA và không sẵn có C-RNTI; nó được dùng bởi UE khác. UE mà phát hiện sự thành công RA và sẵn có C-RNTI, tiếp tục sử dụng C-RNTI của nó.

Khi CA được tạo cấu hình, ba bước đầu tiên của thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự tranh chấp xảy ra trên PCell trong khi sự giải quyết tranh chấp (bước 4) có thể được lập lịch biểu chéo bởi PCell.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được mô tả chi tiết và có thể tham khảo trong phần 5.1 của tài liệu “3GPP TS 36.321 V11.3.0 (2013-06)”.

Đầu tiên, sự khởi tạo thủ tục truy cập ngẫu nhiên được mô tả. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên được khởi tạo bởi yêu cầu PDCCH hoặc bởi chính lớp con MAC. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên trên SCell sẽ chỉ được thực hiện bởi yêu cầu PDCCH. Nếu UE thu sự truyền PDCCH phù hợp với yêu cầu PDCCH bị che bởi C-RNTI của nó, và đối với ô phục vụ cụ thể, UE sẽ khởi tạo thủ tục truy cập ngẫu nhiên trên ô phục vụ này. Đối với truy cập ngẫu nhiên trên PCell, yêu cầu PDCCH hoặc RRC chỉ báo tùy chọn ra-PreambleIndex và ra-PRACH-MaskIndex; và đối với truy cập ngẫu nhiên trên SCell, yêu cầu PDCCH chỉ báo ra-PreambleIndex với sự chênh lệch trị số từ 000000 và ra-PRACH-MaskIndex. Đối với sự truyền phần mở đầu pTAG trên PRACH và sự thu yêu cầu PDCCH chỉ được cung cấp cho PCell.

Chỉ có một thủ tục truy cập ngẫu nhiên đang được thực hiện tại thời điểm bất kỳ. Nếu UE thu yêu cầu thủ tục truy cập ngẫu nhiên mới trong khi thủ tục truy cập ngẫu nhiên khác đang được thực hiện, sự xử lý của UE là tiếp tục thủ tục đang thực hiện hoặc bắt đầu thủ tục mới.

Việc chọn tài nguyên truy cập ngẫu nhiên được mô tả. Thủ tục chọn tài nguyên truy cập ngẫu nhiên sẽ được thực hiện như sau đây:

- nếu ra-PreambleIndex (phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên) và ra-PRACH-MaskIndex (chỉ số mạng che PRACH) đã được báo hiệu rõ ràng và ra-PreambleIndex không là 000000:

- phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên và chỉ số mạng che PRACH được báo hiệu rõ ràng,

- nếu không phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên sẽ được chọn bởi UE như sau đây:

- nếu thông báo 3 không được truyền, UE sẽ:

- nếu các phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên nhóm B hiện có và nếu kích cỡ thông báo khả dụng (dữ liệu khả dụng để truyền thêm phần đầu MAC và, trong đó được yêu cầu, các phần tử điều khiển MAC) lớn hơn messageSizeGroupA và nếu sự suy hao đường truyền nhỏ hơn $P_{\text{CMAX},c}$ (của ô phục vụ thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên) - preambleInitialReceivedTargetPower - deltaPreambleMsg3 - messagePowerOffsetGroupB, sau đó:

- chọn các phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên nhóm B;

- nếu không:

- chọn các phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên nhóm A,

- nếu không, nếu thông báo 3 đang được truyền lại, UE sẽ:

- chọn nhóm giống nhau của các phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên như được sử dụng cho yêu cầu truyền phần mở đầu tương ứng với sự truyền thứ nhất của thông báo 3,

- chọn ngẫu nhiên phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên trong nhóm được chọn sao cho mỗi sự lựa chọn được cho phép có thể được chọn với khả năng như nhau;

- thiết đặt chỉ số mạng che PRACH là 0,

- xác định khung con khả dụng tiếp theo bao gồm PRACH được cho phép bởi các sự hạn chế được đưa ra bởi prach-ConfigIndex, chỉ số mạng che PRACH và các yêu cầu thời gian lớp vật lý (UE có thể tính đến khả năng xảy ra

các thiếu sót đo đạc khi xác định khung con PRACH khả dụng tiếp theo);

- nếu chế độ truyền là TDD và chỉ số mạng che PRACH bằng 0:

- nếu ra-PreambleIndex được báo hiệu rõ ràng và nó không là 000000

(tức là, không được chọn bởi MAC):

- chọn ngẫu nhiên, với xác suất như nhau, một PRACH từ các PRACH khả dụng trong khung con được xác định.

- nếu không:

- chọn ngẫu nhiên, với xác suất như nhau, một PRACH từ các PRACH khả dụng trong khung con được xác định và hai khung con liên tiếp tiếp theo.

- nếu không:

- xác định PRACH trong khung con được xác định tương ứng với các yêu cầu của chỉ số mạng che PRACH,

- tiếp tục truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên.

Sự truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được mô tả. Thủ tục truy cập ngẫu nhiên sẽ được thực hiện như sau đây:

- thiết đặt $\text{PREAMBLE_RECEIVED_TARGET_POWER}$ thành $\text{preambleInitialReceivedTargetPower} + \text{DELTA_PREAMBLE} + (\text{PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER} - 1) * \text{powerRampingStep}$;

- chỉ thị lớp vật lý truyền phần mở đầu sử dụng PRACH được chọn, RA-RNTI tương ứng, chỉ số phần mở đầu và $\text{PREAMBLE_RECEIVED_TARGET_POWER}$.

Sự thu phản hồi truy cập ngẫu nhiên được mô tả. Mỗi khi phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền và bỏ qua khả năng xảy ra sai sót đo đạc, UE sẽ theo dõi PDCCH của PCell đối với (các) phản hồi truy cập ngẫu nhiên được nhận dạng bởi RA-RNTI được xác định dưới đây, trong cửa sổ phản hồi RA mà bắt đầu tại khung con bao gồm phần cuối của sự truyền phần mở đầu cộng với ba khung con và có các khung con ra-ResponseWindowSize độ dài. RA-RNTI liên kết với PRACH trong đó phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền, được tính là $\text{RA-RNTI} = 1 + t_id + 10 * f_id$, trong đó t_id là chỉ số của khung con thứ nhất của PRACH được định rõ ($0 \leq t_id < 10$), và f_id là chỉ số của PRACH

được định rõ trong khung con đó, trong yêu cầu tăng của miền tần số ($0 \leq f_{id} < 6$). UE có thể ngừng theo dõi đối với (các) phản hồi truy cập ngẫu nhiên sau khi thu thành công phản hồi truy cập ngẫu nhiên bao gồm các ký tự nhận dạng phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên mà khớp với phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền.

- Nếu sự cấp phát đường xuống đối với TTI này đã được thu trên PDCCH đối với RA-RNTI và TB được thu được giải mã thành công, UE sẽ bỏ qua khả năng xảy ra sai sót đo đạc:

- nếu phản hồi truy cập ngẫu nhiên bao gồm phần đầu con chỉ báo chờ truyền (backoff indicator):

- thiết đặt trị số thông số chờ truyền (backoff parameter) trong UE như được chỉ báo bởi trường BI của phần đầu con chỉ báo chờ truyền.

- nếu không, thiết đặt trị số thông số chờ truyền trong UE thành 0 ms.

- nếu phản hồi truy cập ngẫu nhiên bao gồm ký tự nhận dạng phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên tương ứng với phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền, UE sẽ:

- xem xét sự thu phản hồi truy cập ngẫu nhiên này là thành công và áp dụng các hành động sau đây đối với ô phục vụ trong đó phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền:

- xử lý lệnh định thời sớm được thu;

- chỉ báo `preambleInitialReceivedTargetPower` và số lần tăng giảm năng lượng đột ngột được áp dụng cho sự truyền phần mở đầu cuối cùng tới các lớp thấp hơn (tức là, $(\text{PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER} - 1) * \text{powerRampingStep}$);

- xử lý trị số cấp phát UL được thu và chỉ báo nó tới các lớp thấp hơn;

- nếu `ra-PreambleIndex` được báo hiệu rõ ràng và nó không là 000000 (tức là, không được chọn bởi MAC):

- xem xét thủ tục truy cập ngẫu nhiên là được hoàn thành thành công,

- nếu không, nếu phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được chọn bởi UE

MAC:

- thiết đặt C-RNTI tạm thời ở trị số được thu trong thông báo phản hồi truy cập ngẫu nhiên không lâu hơn thời gian của sự truyền thứ nhất tương ứng với sự cấp phát UL được cung cấp trong thông báo phản hồi truy cập ngẫu nhiên;

- nếu đó là phản hồi truy cập ngẫu nhiên được thu thành công thứ nhất trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên này:

- nếu sự truyền không được thực hiện đối với kênh logic CCCH, chỉ báo tới thực thể dồn kênh và tập hợp để bao gồm phần tử điều khiển C-RNTI MAC trong sự truyền đường lên theo sau;

- thu được MAC PDU để truyền từ thực thể "dồn kênh và tập hợp" và lưu trữ nó trong vùng đệm thông báo 3.

Khi sự truyền đường lên được yêu cầu, ví dụ, đối với sự giải quyết tranh chấp, eNB sẽ không cung cấp sự cấp phát nhỏ hơn 56 bit trong phản hồi truy cập ngẫu nhiên.

Nếu trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên, sự cấp phát đường lên được cung cấp trong phản hồi truy cập ngẫu nhiên đối với nhóm giống nhau của các phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên có kích cỡ khác với sự cấp phát đường lên thứ nhất được cấp phát trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên đó, sự hoạt động của UE không được xác định.

Nếu không có phản hồi truy cập ngẫu nhiên được thu trong cửa sổ phản hồi RA, hoặc nếu không phản hồi nào trong tất cả các phản hồi truy cập ngẫu nhiên được thu bao gồm ký tự nhận dạng phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên tương ứng với phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền, sự thu phản hồi truy cập ngẫu nhiên được xem xét là không thành công và UE sẽ:

- tăng PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER thành 1;

- nếu PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER = preambleTransMax + 1:

- nếu phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền trên PCell:

- chỉ báo vấn đề về truy cập ngẫu nhiên tới các lớp phía trên;

- nếu phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được truyền trên SCell:

- xem xét thủ tục truy cập ngẫu nhiên là được hoàn thành không thành công,

- nếu trong thủ tục truy cập ngẫu nhiên này, phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên được chọn bởi MAC:

- dựa trên thông số chờ truyền trong UE, chọn thời gian chờ truyền ngẫu nhiên theo sự phân bố đồng nhất giữa 0 và trị số thông số chờ truyền;

- hoãn sự truyền truy cập ngẫu nhiên theo sau bởi thời gian chờ truyền;

- tiếp tục chọn tài nguyên truy cập ngẫu nhiên.

Sự giải quyết tranh chấp được mô tả. Sự giải quyết tranh chấp dựa trên hoặc C-RNTI trên PDCCH của PCell hoặc nhận dạng giải quyết tranh chấp UE trên DL-SCH.

Mỗi khi thông báo 3 được truyền, UE sẽ:

- bắt đầu mac-ContentionResolutionTimer và bắt đầu lại mac-ContentionResolutionTimer tại mỗi lần truyền HARQ;

- bỏ qua khả năng xảy ra sai sót đo đạc, theo dõi PDCCH đến khi mac-ContentionResolutionTimer hết hiệu lực hoặc được dừng lại;

- nếu thông báo sự thu của sự truyền PDCCH được thu từ các lớp thấp hơn, UE sẽ:

- nếu phần tử điều khiển C-RNTI MAC được bao gồm trong thông báo 3:

- nếu thủ tục truy cập ngẫu nhiên được khởi tạo bởi chính lớp con MAC và sự truyền PDCCH được định địa chỉ tới C-RNTI và bao gồm sự cấp phát UL cho sự truyền mới; hoặc

- nếu thủ tục truy cập ngẫu nhiên được khởi tạo bởi yêu cầu PDCCH và sự truyền PDCCH được định địa chỉ tới C-RNTI:

- xem xét sự giải quyết tranh chấp này là thành công;

- dừng mac-ContentionResolutionTimer;

- hủy bỏ C-RNTI tạm thời;

- xem xét thủ tục truy cập ngẫu nhiên này được hoàn thành thành công,

- nếu không, nếu CCCH SDU được bao gồm trong thông báo 3 và sự

truyền PDCCH được định địa chỉ tới C-RNTI tạm thời của nó:

- nếu MAC PDU được giải mã thành công:
 - dừng mac-ContentionResolutionTimer;
 - nếu MAC PDU bao gồm phần tử điều khiển MAC nhận dạng giải quyết tranh chấp UE; và
 - nếu nhận dạng giải quyết tranh chấp UE được bao gồm trong phần tử điều khiển MAC khớp với CCCH SDU được truyền trong thông báo 3:
 - xem xét sự giải quyết tranh chấp này là thành công và kết thúc sự phân giải và sự tách kênh của MAC PDU;
 - thiết đặt C-RNTI ở trị số của C-RNTI tạm thời;
 - hủy bỏ C-RNTI tạm thời;
 - xem xét thủ tục truy cập ngẫu nhiên này được hoàn thành thành công,
 - nếu không
 - hủy bỏ C-RNTI tạm thời;
 - xem xét sự giải quyết tranh chấp này là không thành công và hủy bỏ MAC PDU được giải mã thành công,
 - nếu mac-ContentionResolutionTimer hết hiệu lực:
 - hủy bỏ C-RNTI tạm thời;
 - xem xét sự giải quyết tranh chấp là không thành công,
- nếu sự giải quyết tranh chấp được xem xét là không thành công UE sẽ:
 - xóa sạch vùng đệm HARQ được sử dụng cho sự truyền MAC PDU trong vùng đệm thông báo 3;
 - tăng PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER thành 1;
 - nếu PREAMBLE_TRANSMISSION_COUNTER = preambleTransMax + 1
 - chỉ báo vấn đề về truy cập ngẫu nhiên tới các lớp trên,
 - dựa trên thông số chờ truyền trong UE, chọn thời gian chờ truyền ngẫu nhiên theo sự phân bố đồng nhất giữa 0 và trị số thông số chờ truyền;
 - hoãn sự truyền truy cập ngẫu nhiên theo sau bởi thời gian chờ truyền;
 - tiếp tục chọn tài nguyên truy cập ngẫu nhiên.

Hoàn thành thủ tục truy cập ngẫu nhiên được mô tả. Tại thời điểm hoàn thành thủ tục truy cập ngẫu nhiên, UE sẽ:

- hủy bỏ ra-PreambleIndex và ra-PRACH-MaskIndex được chỉ báo rõ ràng, nếu có;
- xóa sạch vùng đệm HARQ được sử dụng cho sự truyền MAC PDU trong vùng đệm thông báo 3.

Ngoài ra, RN sẽ tiếp tục lại việc tạo cấu hình khung con RN mà được hoãn, nếu có.

Fig.17 thể hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp.

Ba bước của các thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp là:

0) Sự cấp phát phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên thông qua sự báo hiệu được dành riêng trong DL:

eNB cấp phát tới UE phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên không tranh chấp (phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên không có trong tập hợp được gửi trong báo hiệu quảng bá). Phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên không tranh chấp có thể được báo hiệu thông qua lệnh HO được tạo ra bởi eNB đích và được gửi thông qua eNB nguồn đối với sự chuyển vùng, hoặc PDCCH trong trường hợp sự đến của dữ liệu DL hoặc sự định vị, hoặc PDCCH đối với sự căn chỉnh thời gian UL ban đầu cho sTAG.

1) Phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên trên RACH trong đường lên (thông báo 1):

UE truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên không tranh chấp được cấp phát.

2) Phản hồi truy cập ngẫu nhiên trên DL-SCH (thông báo 2):

thông báo 2 có thể bán đồng bộ (trong cửa sổ linh hoạt trong đó kích cỡ là hai hoặc nhiều hơn hai TTI) với thông báo 1. Thông báo 2 có thể không sử dụng HARQ. Thông báo 2 có thể được định địa chỉ tới RA-RNTI trên PDCCH. Thông báo 2 có thể truyền ít nhất thông tin căn chỉnh thời gian và sự cấp phát UL ban đầu đối với sự chuyển vùng, thông tin căn chỉnh thời gian cho sự đến của dữ liệu DL, ký tự nhận dạng phần mở đầu RA. Thông báo 2 có thể được

mong muốn tới một hoặc nhiều UE trong một thông báo DL-SCH.

Khi thực hiện truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp trên PCell trong khi CA được tạo cấu hình, sự cấp phát phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên thông qua PDCCH trong bước 0, bước 1 và 2 của thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp xảy ra trên PCell. Để thiết lập giá trị định thời sớm cho sTAG, eNB có thể khởi tạo thủ tục truy cập ngẫu nhiên dựa trên sự không tranh chấp với yêu cầu PDCCH (bước 0) mà được gửi trên ô lập lịch biểu của SCell hoạt động của sTAG. Sự truyền phần mở đầu (bước 1) là trên SCell được chỉ báo và phản hồi truy cập ngẫu nhiên (bước 2) xảy ra trên PCell.

Khi thực hiện thủ tục RA, UE có thể đếm số lần truyền phần mở đầu RA đến khi thủ tục RA được hoàn thành. Khi số lần truyền các phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất được tạo cấu hình bởi eNB, lớp MAC của UE có thể chỉ báo vấn đề RA tới lớp RRC của UE. Mỗi khi thu sự chỉ báo này, lớp RRC của UE có thể khởi tạo sự thiết lập lại kết nối RRC.

Nếu UE cung cấp kết nối kép, và được kết nối với cả MeNB và SeNB, nó có thể yêu cầu để cung cấp thủ tục RA dựa trên sự tranh chấp cho SeNB. Trong thủ tục RA dựa trên sự tranh chấp, vấn đề RA nêu trên có thể xảy ra. Bởi vì UE có sự kết nối tới MeNB, sự thiết lập lại kết nối RRC do vấn đề RA từ SeNB là không cần thiết. UE cũng có thể cần dừng sự truyền UL trên SeNB khi vấn đề RA xảy ra, và cần thông báo vấn đề RA tới MeNB.

Dưới đây, phương pháp thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên theo phương án của sáng chế được mô tả. Theo sáng chế, để giải quyết vấn đề RA trong thủ tục RA, UE có thể dừng sự truyền UL và có thể không kích hoạt sự thiết lập lại kết nối RRC nếu nó được xác định rằng số lần truyền phần mở đầu RA đạt đến trị số lớn nhất.

Fig.18 thể hiện ví dụ của phương pháp thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên theo phương án của sáng chế.

Trong bước S100, UE thiết lập sự kết nối với nút thứ nhất và nút thứ hai. Trong bước S110, UE truyền phần mở đầu RA tới nút thứ hai. Phần mở đầu RA có thể được chọn ngẫu nhiên trong số các phần mở đầu RA bởi UE. Trong trường hợp này, thủ tục RA có thể chỉ là thủ tục RA dựa trên sự tranh chấp. Theo

cách khác, phần mở đầu RA được cấp phát bởi eNB. Trong trường hợp này, thủ tục RA có thể chỉ là thủ tục RA dựa trên sự không tranh chấp. Hoặc, thủ tục RA có thể là cả thủ tục RA dựa trên sự tranh chấp và sự không tranh chấp.

UE xác định xem số lần truyền các phần mở đầu RA có bằng số lần truyền phần mở đầu RA lớn nhất hay không. Nếu nó được xác định rằng số lần truyền các phần mở đầu RA bằng với số lần truyền phần mở đầu RA lớn nhất, trong bước S120, UE dừng sự truyền UL của tất cả các ô trong nhóm mà nút thứ hai thuộc về, và không kích hoạt thủ tục thiết lập lại kết nối RRC. Nếu số lượng sự truyền các phần mở đầu RA bằng với thông số `preambleTransMax`, UE có thể xem xét thủ tục RA được hoàn thành không thành công, và xóa sạch vùng đệm HARQ được sử dụng cho sự truyền của MAC PDU trong vùng đệm thông báo 3.

Nhóm có thể bao gồm một hoặc nhiều hơn một ô. Thông tin trên nhóm (tức là, ô nào thuộc nhóm nào) có thể được tạo cấu hình bởi eNB. Hơn nữa, nhóm có thể bao gồm nhóm có cùng giá trị định thời sớm (TAG). TAG có thể bao gồm một hoặc nhiều hơn một ô, và các ô trong TAG có thể chia sẻ cùng giá trị định thời sớm. Theo cách khác, UE có thể chỉ dừng sự truyền UL của ô trong đó phần mở đầu RA được truyền. Đó là, UE có thể chỉ dừng sự truyền UL của nút thứ hai.

Sự truyền UL có thể bao gồm ít nhất một trong số sự truyền PUSCH, sự truyền PUCCH, sự truyền phần mở đầu RA, thông báo thông tin trạng thái kênh (CSI), sự truyền SR, phản hồi HARQ, hoặc sự truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS). Thông báo CSI có thể bao gồm ít nhất một trong số CQI, chỉ số ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, viết tắt là PMI), chỉ số xếp hạng (Rank Indicator, viết tắt là RI), hoặc chỉ số dạng tiền mã hóa (Precoding Type Indicator, viết tắt là PTI).

Nếu nó được xác định rằng số lần truyền các phần mở đầu RA bằng với số lượng lớn nhất của sự truyền phần mở đầu RA, UE có thể còn truyền chỉ báo mà chỉ báo rằng vấn đề RA đã xảy ra, điều đó có nghĩa là sự truyền phần mở đầu RA đã bị lỗi, tới nút thứ nhất. Sự chỉ báo có thể bao gồm thông tin trên nút thứ hai. Thông tin trên nút thứ hai có thể bao gồm ít nhất một trong số ký tự nhận dạng nhận dạng vấn đề RA, ký tự nhận dạng ô vật lý của nút thứ hai, ký tự nhận

dạng ô toàn cầu của nút thứ hai, ký tự nhận dạng của nút thứ hai (được cấp phát bởi hoặc nút thứ nhất hoặc nút thứ hai).

Nút thứ nhất có thể là MeNB trong kết nối kép trong đó SRB được xác định, và nút thứ hai có thể là SeNB trong kết nối kép trong đó SRB không được xác định. Theo cách khác, nút thứ nhất có thể là SeNB trong kết nối kép, và nút thứ hai có thể là MeNB trong kết nối kép.

Trong khi đó, sáng chế có thể giới hạn ở ô được chỉ báo bởi eNB. Đó là, sáng chế có thể được áp dụng chỉ khi phân mở đầu RA được truyền trên ô được chỉ báo bởi eNB. Nó có nghĩa là eNB truyền chỉ báo mà chỉ báo rằng sáng chế được áp dụng.

Fig.19 thể hiện ví dụ khác của phương pháp thực hiện thủ tục truy cập ngẫu nhiên theo phương án của sáng chế.

Trong bước S200, UE được kết nối với MeNB và SeNB.

Trong bước S210, UE truyền phân mở đầu RA tới SeNB do UE cần thủ tục RA với một vài lý do. Phân mở đầu RA có thể được chọn bởi UE. Phân mở đầu RA này có thể cũng là phân mở đầu RA đối với các sự truyền lại. Trong bước S211, UE thu phản hồi RA từ SeNB. Trong bước S21, UE truyền MAC PDU trong vùng đệm thông báo 3 tới SeNB.

Trong bước S220, UE xem xét sự giải quyết tranh chấp (Contention Resolution, viết tắt là CR) là không thành công do, ví dụ, sự hết hiệu lực của bộ định thời CR.

Trong bước 230, UE xác định xem số lần truyền phân mở đầu RA trong thủ tục RA này có bằng với số lượng lớn nhất được tạo cấu hình bởi eNB hay không. UE cũng xác định xem phân mở đầu RA có được truyền trên ô được chỉ báo, tức là, SeNB hay không.

Trong bước S240, nếu nó được xác định rằng số lần truyền phân mở đầu RA trong thủ tục RA này bằng với số lượng lớn nhất được tạo cấu hình bởi eNB và nếu nó được xác định rằng phân mở đầu RA được truyền trên SeNB, UE dừng sự truyền UL bao gồm sự truyền phân mở đầu RA, sự truyền PUCCH, sự truyền PUSCH, thông báo CSI, sự truyền SRS, v.v..

Trong bước S250, UE truyền thông báo vấn đề RA tới MeNB. Thông báo

vấn đề RA có thể bao gồm ví dụ, ký tự nhận dạng của SeNB.

Fig.20 là sơ đồ khối thể hiện hệ thống truyền thông không dây để thực hiện phương án của sáng chế.

eNB 800 có thể bao gồm bộ xử lý 810, bộ nhớ 820 và bộ phận tần số radio (Radio Frequency, viết tắt là RF) 830. Bộ xử lý 810 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng được đề xuất, các thủ tục và/hoặc các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Các lớp của giao thức của giao diện radio có thể được thực hiện trong bộ xử lý 810. Bộ nhớ 820 được ghép nối hoạt động với bộ xử lý 810 và lưu trữ nhiều thông tin để vận hành bộ xử lý 810. Bộ phận RF 830 được ghép nối hoạt động với bộ xử lý 810, và truyền và/hoặc thu tín hiệu radio.

UE 900 có thể bao gồm bộ xử lý 910, bộ nhớ 920 và bộ phận RF 930. Bộ xử lý 910 có thể được tạo cấu hình để thực hiện các chức năng được đề xuất, các thủ tục và/hoặc các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Các lớp của giao thức của giao diện radio có thể được thực hiện trong bộ xử lý 910. Bộ nhớ 920 được ghép nối hoạt động với bộ xử lý 910 và lưu trữ nhiều thông tin để vận hành bộ xử lý 910. Bộ phận RF 930 được ghép nối hoạt động với bộ xử lý 910, và truyền và/hoặc thu tín hiệu radio.

Các bộ xử lý 810, 910 có thể bao gồm mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit, viết tắt là ASIC), bộ vi mạch khác, mạch logic và/hoặc thiết bị xử lý dữ liệu. Các bộ nhớ 820, 920 có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, viết tắt là ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, viết tắt là RAM), bộ nhớ tác động nhanh, thẻ nhớ, phương tiện lưu trữ và/hoặc thiết bị lưu trữ khác. Các bộ phận RF 830, 930 có thể bao gồm bộ xử lý dải tần cơ sở để xử lý các tín hiệu tần số radio. Khi các phương án được thực hiện trong phần mềm, các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này có thể được thực hiện với các mô đun (ví dụ, các thủ tục, các chức năng, và v.v.) mà thực hiện các chức năng được mô tả trong bản mô tả này. Các mô đun có thể được lưu trữ trong các bộ nhớ 820, 920 và được thực hiện bởi các bộ xử lý 810, 910. Các bộ nhớ 820, 920 có thể được tích hợp trong các bộ xử lý 810, 910 hoặc nằm ngoài các bộ xử lý 810, 910 trong đó các bộ nhớ này có thể

được kết nối dễ dàng với các bộ xử lý 810, 910 thông qua nhiều phương thức như trong các giải pháp kỹ thuật đã biết.

Xét về các hệ thống được làm ví dụ được mô tả trong bản mô tả này, các phương pháp luận mà có thể được thực hiện tương ứng với đối tượng được bộc lộ đã được mô tả có dựa trên một vài lưu đồ. Trong khi với mục đích đơn giản hóa, các phương pháp luận được thể hiện và được mô tả như chuỗi các bước hoặc các khối, nó được hiểu và được đánh giá rằng đối tượng được yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn bởi thứ tự các bước hoặc các khối, do một vài bước có thể xảy ra ở các thứ tự khác hoặc đồng thời với các bước khác từ những điều được thể hiện và được mô tả trong bản mô tả này. Hơn nữa, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng các bước được minh họa trong lưu đồ là không chuyên biệt và các bước khác có thể được bao gồm hoặc một hoặc nhiều hơn một bước trong lưu đồ được làm ví dụ có thể được loại bỏ mà không ảnh hưởng tới phạm vi và nguyên lý của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thực hiện, bởi thiết bị người dùng (User Equipment, viết tắt là UE), thủ tục truy cập ngẫu nhiên (Random Access, viết tắt là RA) trong hệ thống truyền thông không dây có khả năng kết nối kép (Dual Connectivity, viết tắt là DC), phương pháp này bao gồm các bước:

thiết lập kết nối với cả nút chính và nút phụ trong DC;

thực hiện sự truyền đường lên (Uplink, viết tắt là UL) trên nhóm ô thứ nhất liên quan với nút chính và trên nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ;

truyền phần mở đầu RA tới nút phụ trên một ô của nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ cho đến khi số lượng truyền phần mở đầu RA đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất;

khi số lượng truyền phần mở đầu RA đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất:

dừng sự truyền UL trên nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ; và

truyền, tới nút chính, chỉ báo mà chỉ báo rằng số lượng truyền phần mở đầu RA đã đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nhóm ô thứ nhất là nhóm giá trị định thời sớm thứ nhất (Timing Advance Group, viết tắt là TAG) mà ở đó giá trị định thời sớm (Timing Advance, viết tắt là TA) thứ nhất chung được áp dụng cho tất cả các ô trong TAG thứ nhất, và

trong đó nhóm thứ hai là TAG thứ hai mà ở đó TA thứ hai chung được áp dụng cho tất cả các ô trong TAG thứ hai.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự truyền UL bao gồm sự truyền phần mở đầu RA.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự truyền UL bao gồm ít nhất một trong số sự truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, viết tắt là PUSCH), sự truyền kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, viết tắt là PUCCH), báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, viết tắt là CSI), sự truyền yêu cầu lập lịch (Scheduling Request, viết tắt là SR), phản hồi yêu cầu lập tự động lại (Hybrid Automatic

Repeat request, viết tắt là HARQ), hoặc sự truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal, viết tắt là SRS).

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

ngăn chặn việc thực hiện thiết lập lại kết nối điều khiển tài nguyên radio (Radio Resource Control, viết tắt là RRC) với nút phụ.

6. Thiết bị người dùng (UE) trong hệ thống truyền thông không dây có khả năng kết nối kép (DC), UE này bao gồm:

bộ nhớ;

bộ phận tần số radio (Radio Frequency, viết tắt là RF); và

bộ xử lý được nối với bộ nhớ và bộ phận RF, và được tạo cấu hình để:

thiết lập kết nối với cả nút chính và nút phụ trong DC;

điều khiển bộ phận RF để thực hiện sự truyền đường lên (UL) trên nhóm ô thứ nhất liên quan với nút chính và trên nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ;

điều khiển bộ phận RF để truyền phần mở đầu truy cập ngẫu nhiên (RA) tới nút phụ trên một ô của nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ cho đến khi số lượng truyền phần mở đầu RA đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất; và

khi số lượng truyền phần mở đầu RA đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất:

điều khiển bộ phận RF để dừng sự truyền UL trên nhóm ô thứ hai liên quan với nút phụ; và

điều khiển bộ phận RF để truyền, tới nút chính, chỉ báo mà chỉ báo rằng số lượng truyền phần mở đầu RA đã đạt đến số lượng truyền phần mở đầu RA lớn nhất.

7. UE theo điểm 6, trong đó nhóm ô thứ nhất là nhóm giá trị định thời sớm (TAG) thứ nhất mà ở đó giá trị định thời sớm (TA) thứ nhất chung được áp dụng cho tất cả các ô trong TAG thứ nhất, và

trong đó nhóm thứ hai là TAG thứ hai mà ở đó TA thứ hai chung được áp dụng cho tất cả các ô trong TAG thứ hai.

8. UE theo điểm 6, trong đó sự truyền UL bao gồm sự truyền phần mở đầu RA.

9. UE theo điểm 6, trong đó sự truyền UL bao gồm ít nhất một trong số sự

truyền kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH), sự truyền kênh điều khiển đường lên vật lý (PUCCH), báo cáo thông tin trạng thái kênh (CSI), sự truyền yêu cầu lập lịch (SR), phản hồi yêu cầu lặp tự động lại (HARQ), hoặc sự truyền tín hiệu tham chiếu thăm dò (SRS).

10. UE theo điểm 6, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để ngăn chặn việc thực hiện thiết lập lại kết nối điều khiển tài nguyên radio (RRC) với nút phụ.

FIG. 1

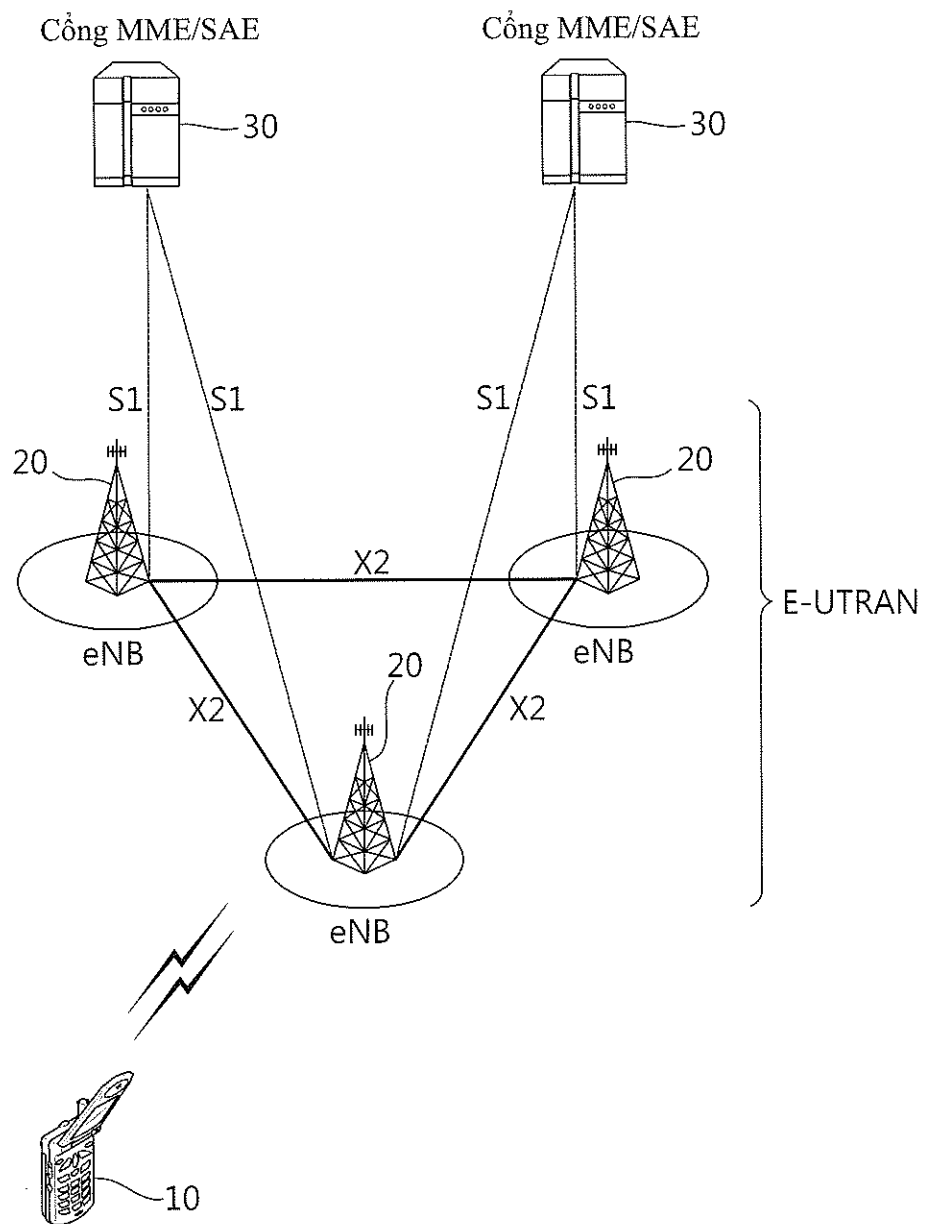


FIG. 2

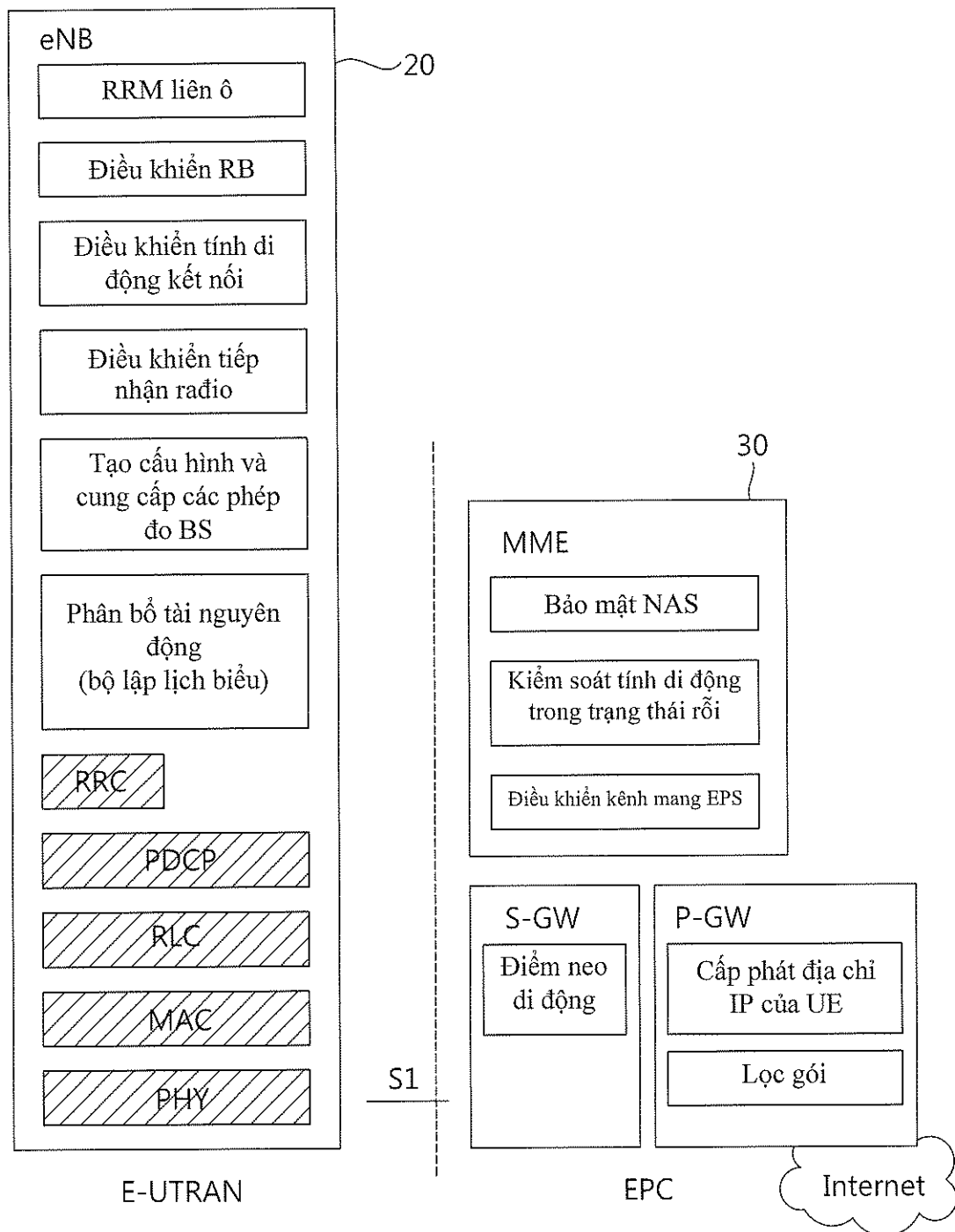
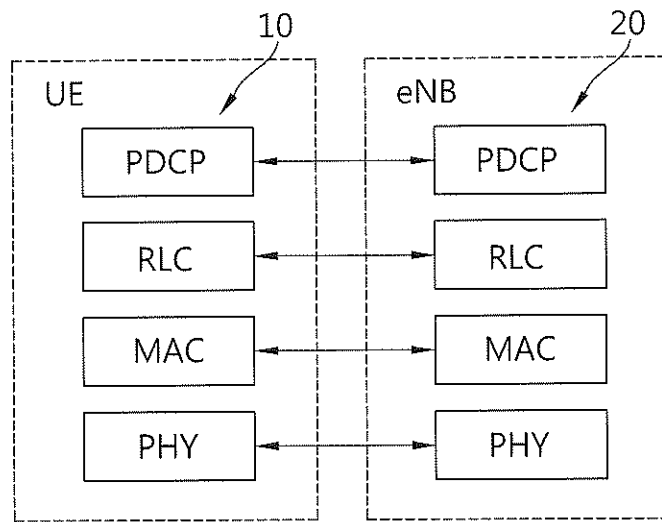
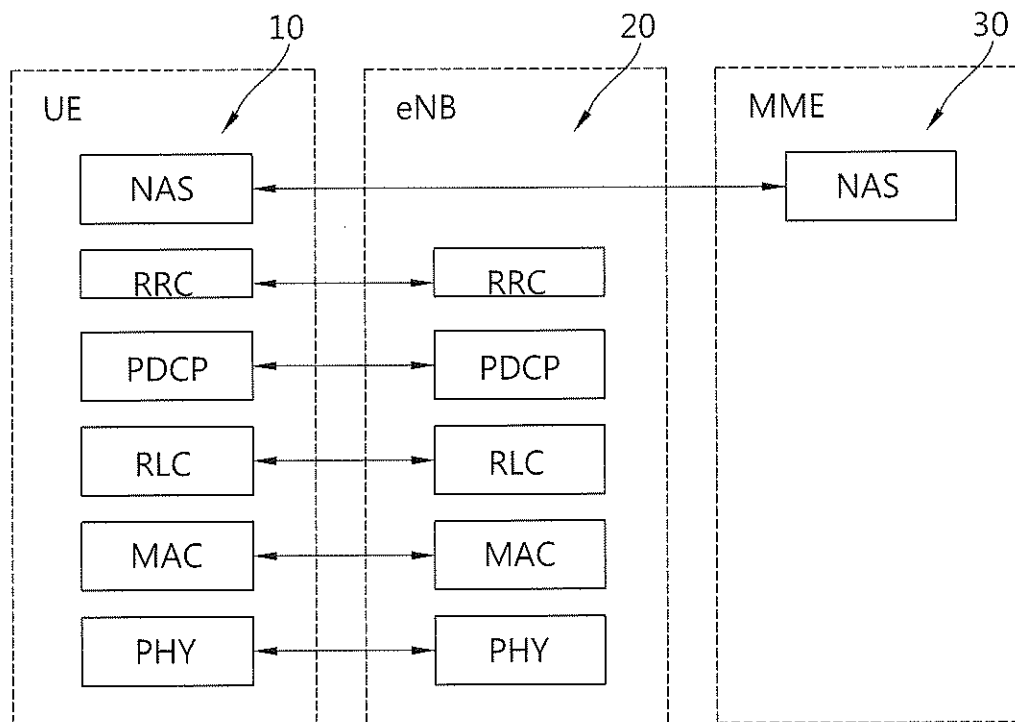


FIG. 3



(a)



(b)

FIG. 4

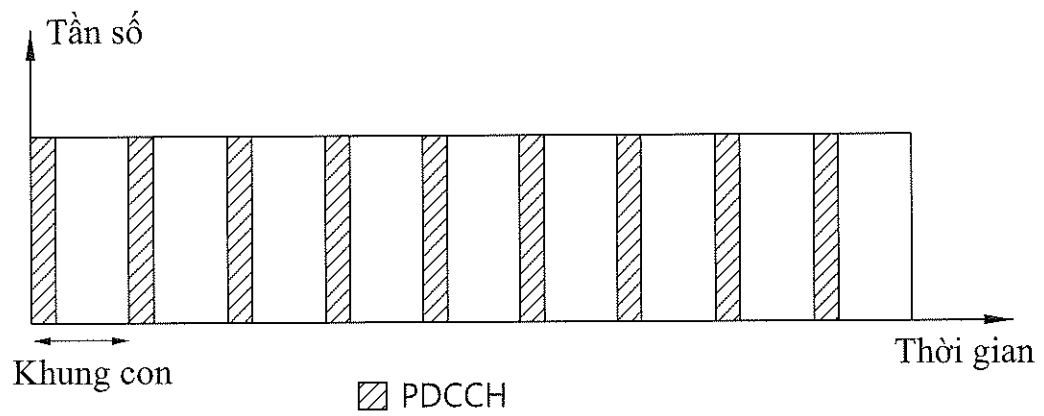


FIG. 5

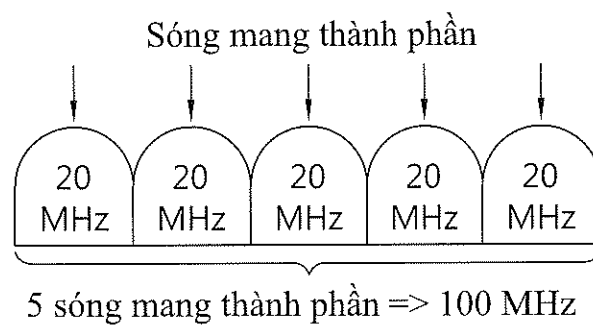


FIG. 6

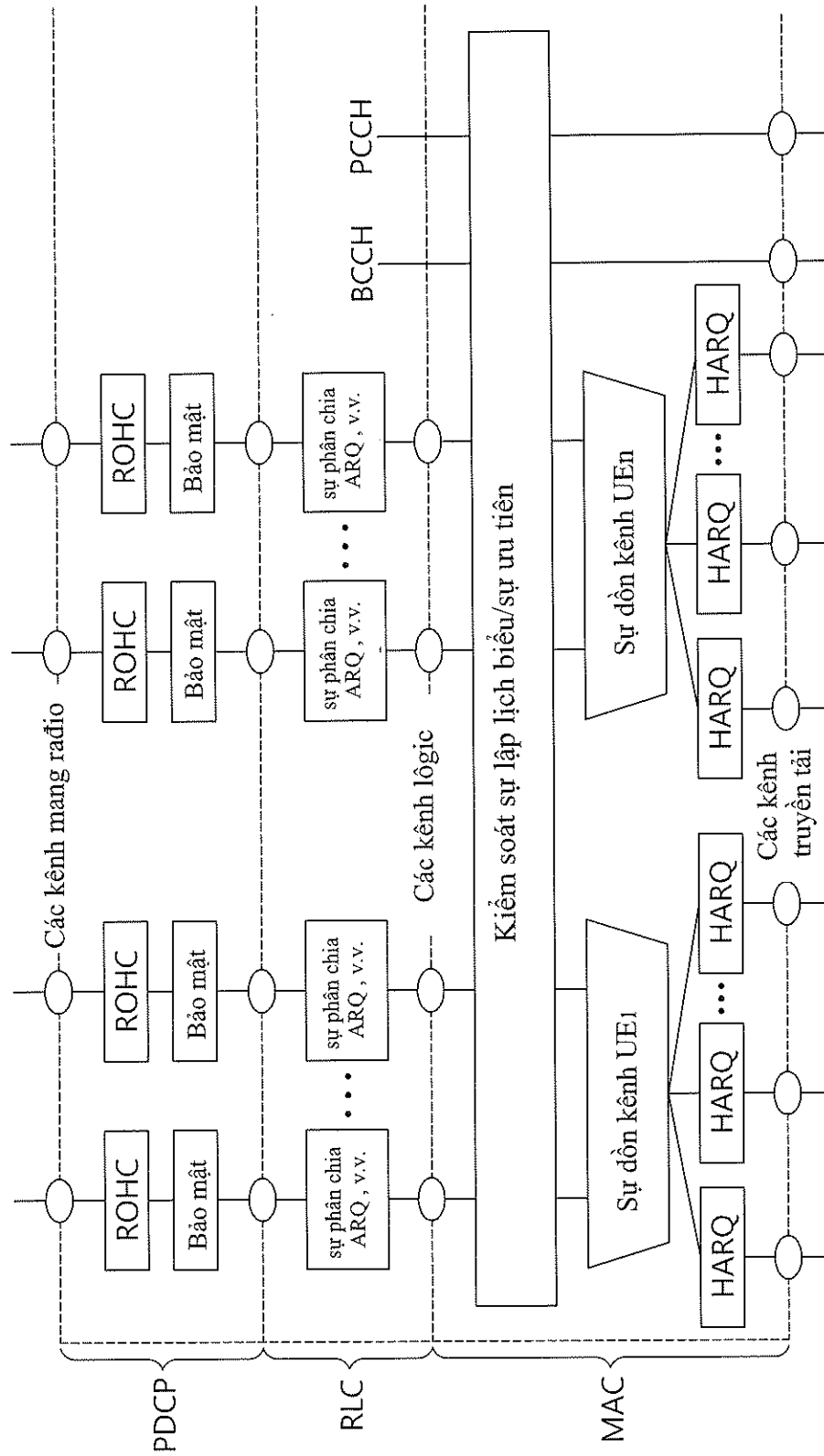


FIG. 7

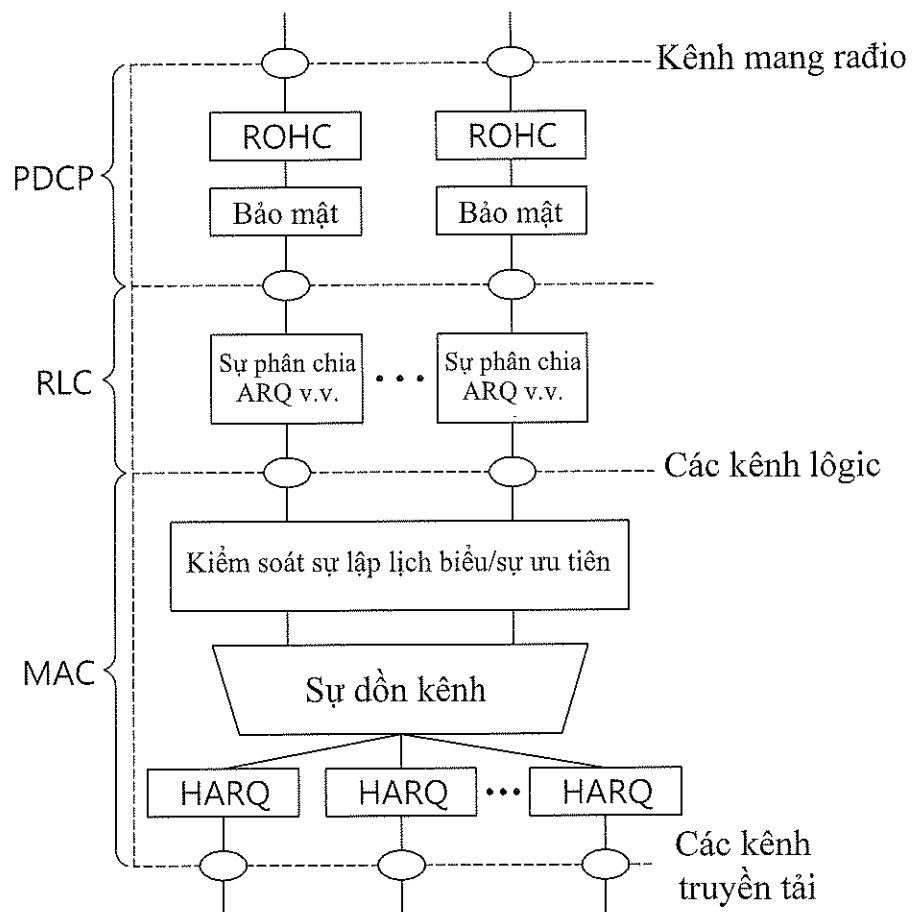


FIG. 8

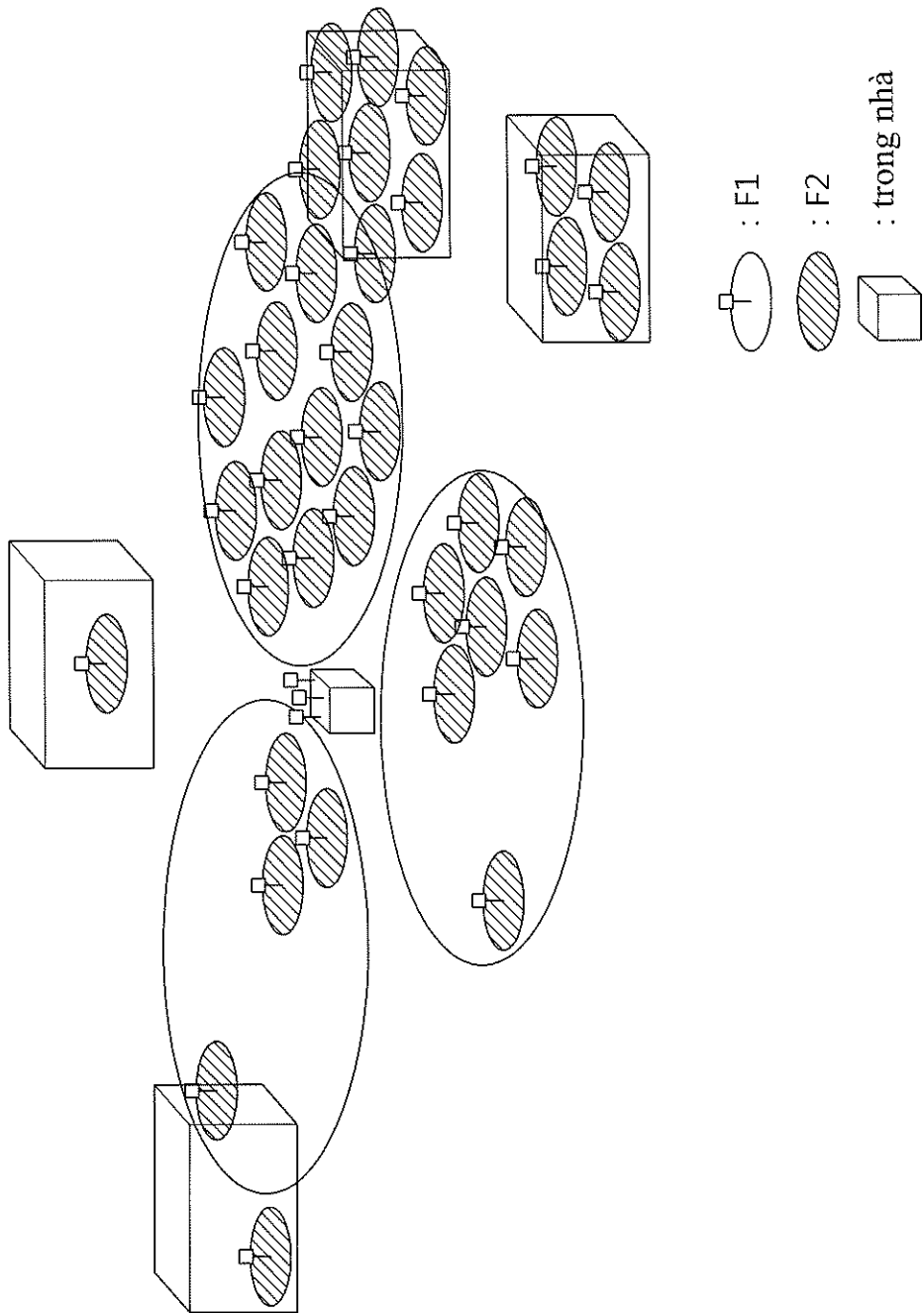


FIG. 9

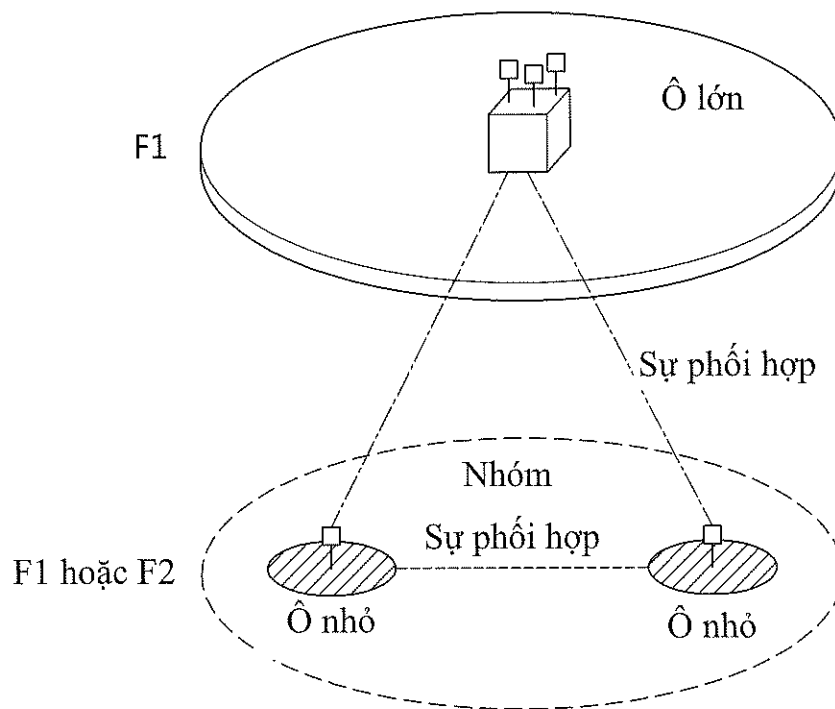


FIG. 10

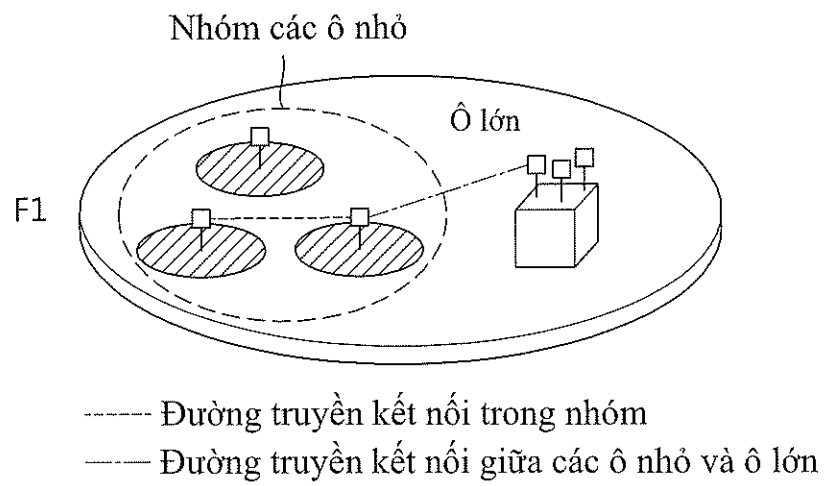


FIG. 11

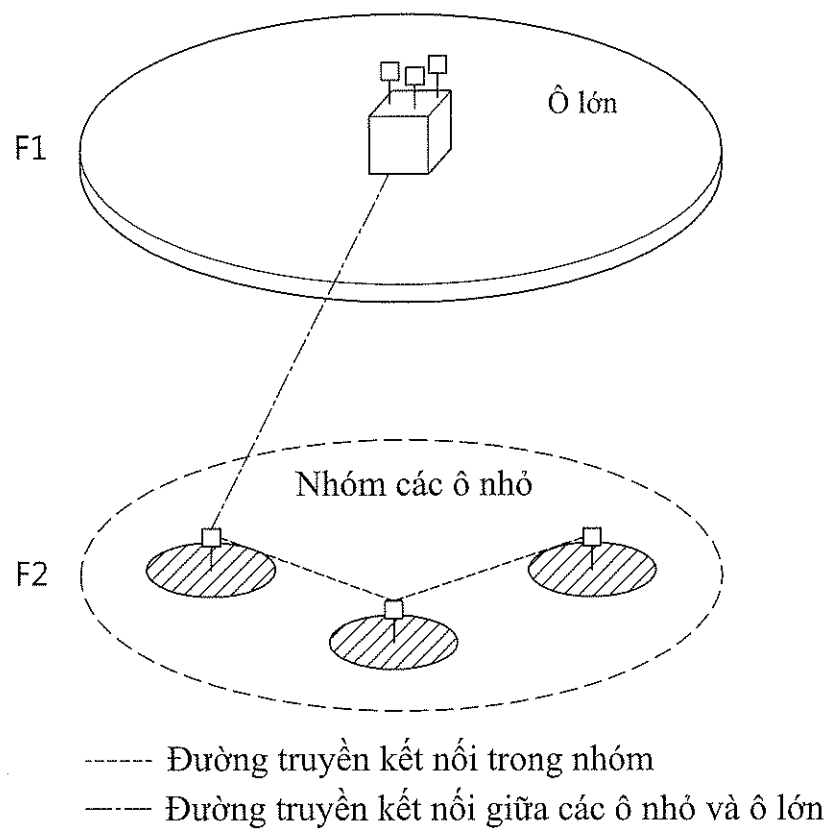


FIG. 12

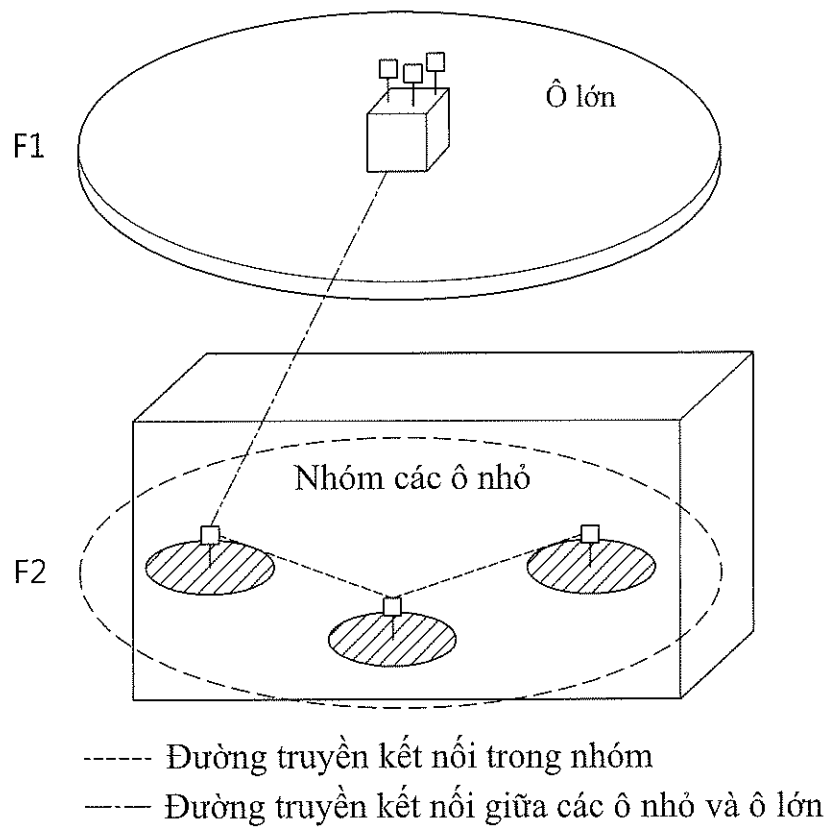


FIG. 13

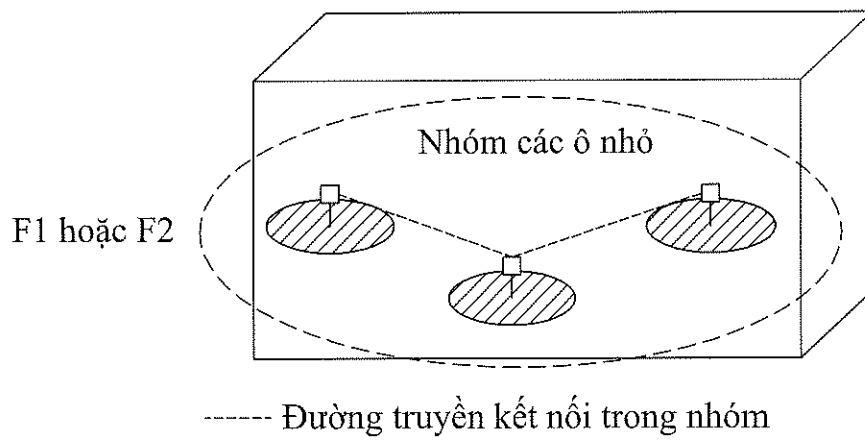


FIG. 14

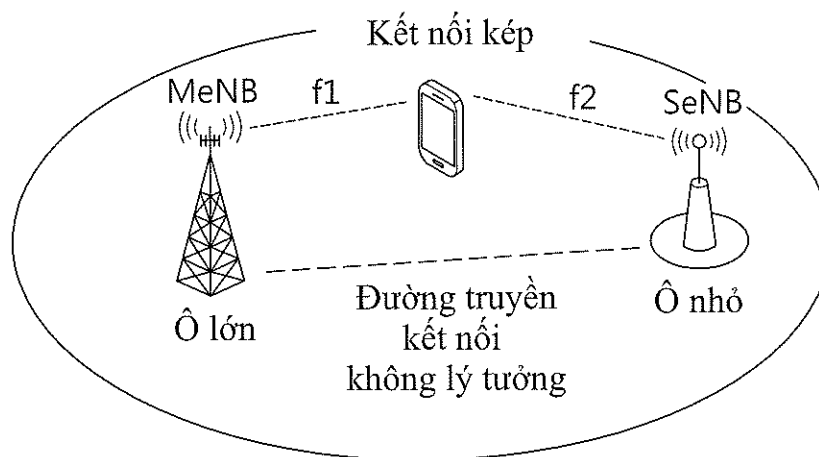


FIG. 15

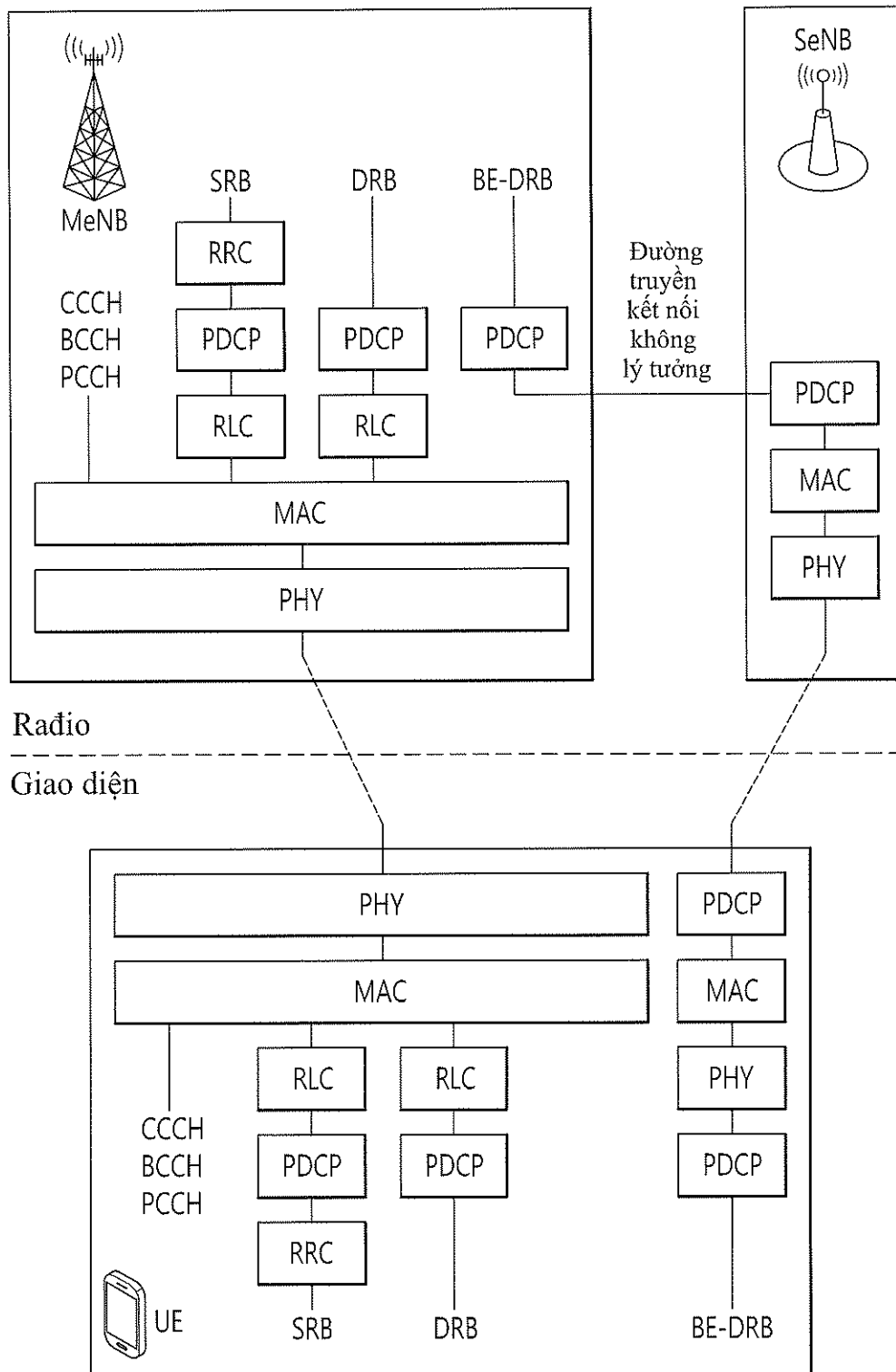


FIG. 16

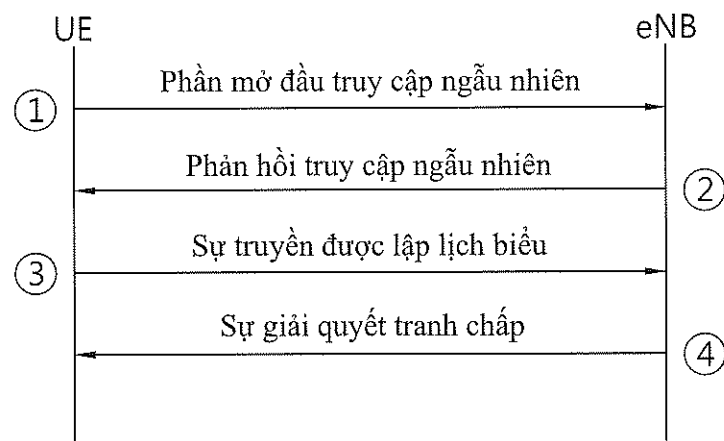


FIG. 17

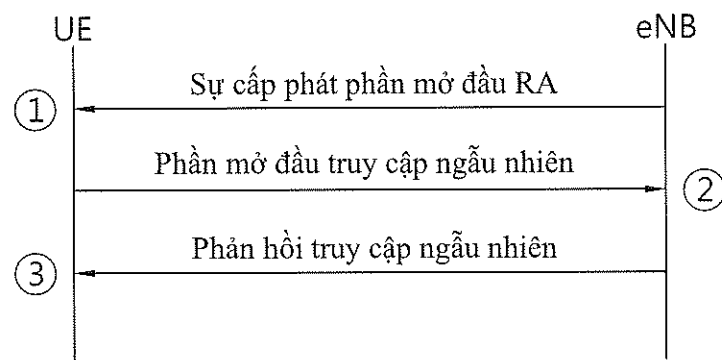


FIG. 18

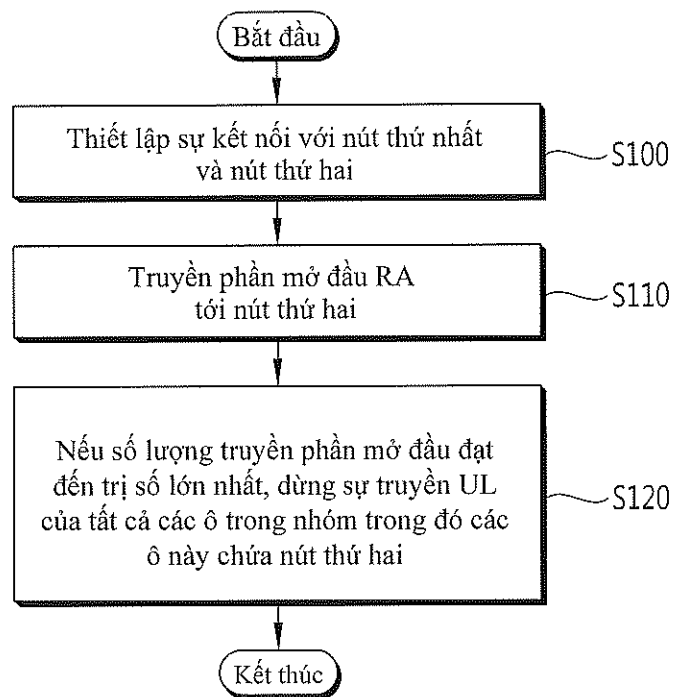


FIG. 19

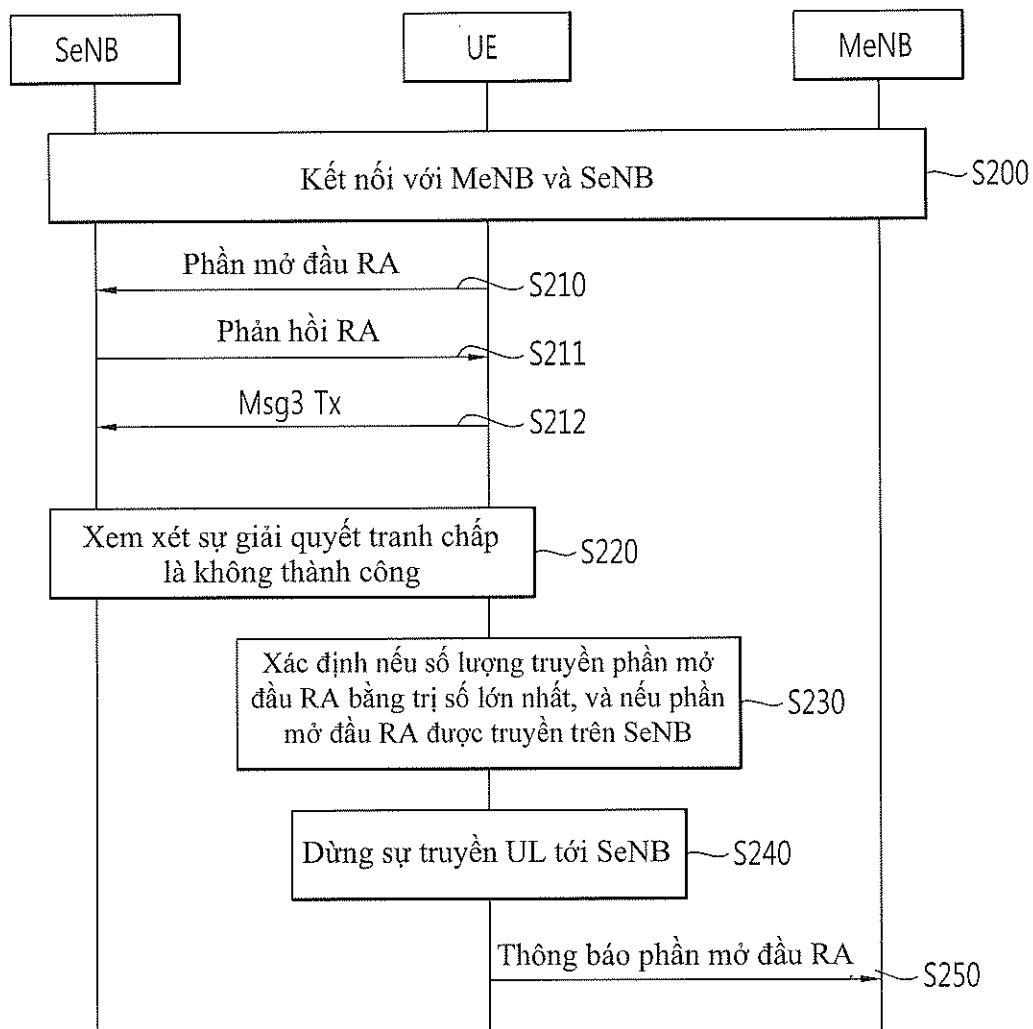


FIG. 20

