



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

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

(11)



1-0035309

(51)^{2019.01} H04W 76/27; H04W 52/02; H04W
74/08

(13) B

(21) 1-2019-04131

(22) 26/07/2018

(86) PCT/KR2018/008468 26/07/2018

(87) WO 2019/022534 31/01/2019

(30) 62/537,458 27/07/2017 US

(45) 25/04/2023 421

(43) 25/11/2019 380A

(73) LG ELECTRONICS INC. (KR)

128, Yeoui-daero, Yeongdeungpo-gu, Seoul, 07336, Republic of Korea

(72) LEE, Youngdae (KR); CHOE, Hyunjung (KR); KIM, Hongsuk (KR).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐỂ THỰC HIỆN TRUYỀN DỮ LIỆU SỚM TRONG TRUYỀN THÔNG KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp cho thiết bị người dùng (UE: user equipment) thực hiện truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong truyền thông không dây, và thiết bị hỗ trợ phương pháp này. Phương pháp có thể bao gồm các bước: truyền thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở; nhận thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, thì coi rằng EDT kết thúc thành công; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, thì xem rằng EDT kết thúc không thành công; và đi vào trạng thái RRC_IDLE.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn là, đến phương pháp cho thiết bị người dùng (UE: user equipment) thực hiện truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) và thiết bị hỗ trợ phương pháp này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để đáp ứng nhu cầu đối với lưu lượng dữ liệu không dây, vốn đang tăng lên do sự thương mại hóa của hệ thống truyền thông thế hệ thứ tư (4G: fourth-generation), các nỗ lực đang được thực hiện để phát triển hệ thống truyền thông thế hệ thứ năm (5G: fifth-generation) hoặc hệ thống truyền thông tiền 5G. Vì lý do này, hệ thống truyền thông 5G hoặc hệ thống truyền thông tiền 5G được gọi là hệ thống truyền thông mạng vượt trên 4G hoặc hệ thống sau phát triển lâu dài (LTE: long term evolution).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Trong khi đó, để hạ giá thành UE, thì quan trọng là tiết kiệm năng lượng của UE. Do vậy, số lượng các hoạt động truyền cần được giảm càng nhiều càng tốt. Truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong sự thiết lập kết nối RRC hoặc tiếp tục kết nối RRC là một trong số các giải pháp để giảm sự tiêu thụ năng lượng của UE. Tuy nhiên, hệ thống hiện nay không hỗ trợ truyền dữ liệu sớm. Do vậy, phương pháp để UE thực hiện EDT và thiết bị hỗ trợ phương pháp cần được đề xuất.

Một phương án đề xuất phương pháp để thực hiện, bằng thiết bị người dùng (UE: user equipment), truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong truyền thông không dây. Phương pháp có thể bao gồm các bước: truyền thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở; nhận

thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, thì coi rằng EDT kết thúc thành công; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, thì xem rằng EDT kết thúc không thành công; và đi vào trạng thái RRC_IDLE.

Phương án thực hiện khác đề xuất thiết bị người dùng (UE: user equipment) thực hiện truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong truyền thông không dây. UE có thể bao gồm: bộ nhớ; bộ thu phát; và bộ xử lý, được nối với bộ nhớ và bộ thu phát, để: điều khiển bộ thu phát để truyền thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở; điều khiển bộ thu phát để thu thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, thì coi như EDT kết thúc thành công; nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, thì coi như EDT kết thúc không thành công; và đi vào trạng thái RRC_IDLE.

Sự tiêu thụ công suất của UE có thể được giảm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện kiến trúc hệ thống LTE.

Fig.2 thể hiện mặt phẳng điều khiển của giao thức giao diện vô tuyến của hệ thống LTE.

Fig.3 thể hiện mặt phẳng người dùng của giao thức giao diện vô tuyến của hệ thống LTE.

Fig.4 thể hiện kiến trúc hệ thống 5G.

Fig.5 thể hiện sự phân chia chức năng giữa NG-RAN và 5GC.

Fig.6 thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột.

Fig.7 thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột.

Fig.8 thể hiện ví dụ về MAC PDU bao gồm tiêu đề MAC, các phân tử điều khiển MAC, các MAC SDU và sự đệm.

Fig.9 thể hiện thủ tục để thực hiện EDT theo một phương án thực hiện sáng chế.

Fig.10A và Fig.10B thể hiện thủ tục để thực hiện EDT theo một phương án thực hiện sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa phương pháp để UE thực hiện EDT theo một phương án thực hiện sáng chế.

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa hệ thống truyền thông không dây theo phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Công nghệ được mô tả dưới đây có thể được sử dụng trong các hệ thống truyền thông không dây khác nhau như đa truy nhập phân mã (CDMA: code division multiple access), đa truy nhập phân tần (FDMA: frequency division multiple access), đa truy nhập phân thời (TDMA: time division multiple access), đa truy nhập phân tần trực giao (OFDMA: orthogonal frequency division multiple access), đa truy nhập phân tần một sóng mang (SC-FDMA), v.v. CDMA có thể được thực hiện bằng kỹ thuật vô tuyến như truy nhập vô tuyến mặt đất vạn năng (UTRA) hoặc CDMA-2000. TDMA có thể được thực hiện bằng kỹ thuật vô tuyến như hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM)/dịch vụ thông tin vô tuyến gói tin tổng hợp (GPRS: general packet radio service)/tốc độ dữ liệu tăng cường cho sự phát triển GSM (EDGE: Enhanced dữ liệu Rates for GSM Evolution). OFDMA có thể được thực hiện bằng kỹ thuật vô tuyến như viện kỹ thuật điện và điện tử (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802,11 (Wi-Fi), IEEE 802,16 (WiMAX), IEEE 802,20, UTRA cải tiến (E-UTRA: evolved UTRA), v.v. IEEE 802,16m được cải tiến từ IEEE 802,16e, và tạo ra sự tương thích ngược với hệ thống dựa trên IEEE 802,16e. UTRA là một phần của hệ thống viễn thông di động vạn năng (UMTS: universal mobile telecommunication system). dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP: 3rd generation partnership project) phát triển dài hạn (LTE: long term evolution) là một phần của UMTS cải tiến (E-UMTS: evolved UMTS) có sử

dụng E-UTRA. 3GPP LTE sử dụng OFDMA trong liên kết xuống và sử dụng SC-FDMA trong liên kết lên. LTE tiên tiến (LTE-A: LTE-advanced) là sự phát triển của LTE. hệ thống truyền thông 5G là sự phát triển của LTE-A.

Để giải thích, phần mô tả sau đây sẽ tập trung vào LTE-A. Tuy nhiên, các dấu hiệu kỹ thuật của sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Fig.1 thể hiện kiến trúc hệ thống LTE. Mạng truyền thông được triển khai rộng rãi để tạo ra các dịch vụ truyền thông đa dạng như đàm thoại qua giao thức internet (VoIP: voice over internet protocol) thông qua IMS và dữ liệu gói.

Tham chiếu đến Fig.1, kiến trúc hệ thống LTE bao gồm một hoặc nhiều thiết bị người dùng (UE; 10), mạng truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS cải tiến (E-UTRAN: evolved-UMTS terrestrial radio access mạng) và lõi gói cải tiến (EPC: evolved packet core). UE 10 viện dẫn đến thiết bị truyền thông được mang bởi người dùng. UE 10 có thể là cố định hoặc di động, và có thể được viện dẫn đến thuật ngữ khác, như trạm di động (MS: mobile station), đầu cuối người dùng (UT: user terminal), trạm thuê bao (SS: subscriber station), thiết bị không dây, v.v.

E-UTRAN bao gồm một hoặc nhiều nút B cải tiến (eNB: evolved node-B) 20, và các UE có thể được cấp phát trong một ô tế bào. eNB 20 cung cấp điểm cuối của mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người dùng đến UE 10. eNB 20 nói chung là trạm cố định để truyền thông với UE 10 và có thể được viện dẫn đến thuật ngữ khác, như trạm cơ sở (BS: base station), hệ thống thu phát cơ sở (BTS: base transceiver system), điểm truy nhập, v.v. Một eNB 20 có thể được triển khai trên một ô tế bào. Có một hoặc nhiều ô tế bào bên trong vùng che phủ của eNB 20. Một ô tế bào được cấu hình để có một trong số các băng thông được chọn từ 1,25, 2,5, 5, 10, và 20 MHz, v.v., và cung cấp các dịch vụ truyền liên kết xuống hoặc liên kết lên cho một số UE. Trong trường hợp này, các ô tế bào khác nhau có thể được cấu hình để tạo ra các băng thông khác nhau.

Dưới đây, liên kết xuống (DL: downlink) biểu thị sự truyền thông từ eNB 20 đến UE 10, và liên kết lên (UL: uplink) biểu thị sự truyền thông từ UE 10 đến eNB 20. Trong

DL, bộ truyền có thể là một phần của eNB 20, và bộ thu có thể là một phần của UE 10. Trong UL, bộ truyền có thể là một phần của UE 10, và bộ thu có thể là một phần của eNB 20.

EPC bao gồm thực thể quản lý di động (MME: mobility management entity) mà có vai trò của các hàm mặt phẳng điều khiển, và công phát triển kiến trúc hệ thống (SAE: system architecture evolution) (S-GW: cổng) mà có vai trò của các hàm mặt phẳng người dùng. MME/S-GW 30 có thể được định vị ở một đầu của mạng và nối với mạng bên ngoài. MME có thông tin truy nhập UE hoặc thông tin công suất UE, và thông tin này có thể được sử dụng chủ yếu trong quản lý di động UE. S-GW là cổng mà điểm cuối của nó là E-UTRAN. MME/S-GW 30 tạo ra điểm cuối của chức năng quản lý pha và di động cho UE 10. EPC có thể còn bao gồm cổng mạng dữ liệu gói (PDN: packet dữ liệu mạng) (PDN-GW: packet dữ liệu mạng-cổng). PDN-GW là cổng mà điểm cuối của nó là PDN.

MME tạo ra nhiều chức năng khác nhau bao gồm phát tín hiệu địa tầng không truy nhập (NAS: non-địa tầng truy nhập) đến các eNB 20, bảo mật tín hiệu NAS, điều khiển bảo mật địa tầng truy nhập (AS: access stratum), phát tín hiệu mạng lõi liên kết (CN: core mạng) cho di động giữa các mạng truy nhập 3GPP, khả năng tiếp cận UE chế độ không tải (bao gồm sự điều khiển và thực thi sự truyền lại phân trang), sự quản lý danh sách theo dõi khu vực (cho UE ở chế độ không tải và kích hoạt), Sự lựa chọn P-GW và S-GW, sự lựa chọn MME để bàn giao với sự thay đổi MME, lựa chọn phục vụ nút hỗ trợ GPRS (SGSN: serving GPRS support node) để chuyển giao cho các mạng truy nhập 2G hoặc 3G 3GPP, chuyển vùng, xác thực, các chức năng quản lý kênh mang bao gồm sự thiết lập kênh mang chuyên dụng, hỗ trợ cho hệ thống cảnh báo công cộng (PWS: public warning system) (mà bao gồm hệ thống cảnh báo động đất và sóng thần (ETWS: earthquake and tsunami warning system) và truyền thông điệp hệ thống cảnh báo di động thương mại (CMAS: commercial mobile alert system)). Máy chủ S-GW tạo ra các chức năng đã được phân loại bao gồm bộ lọc gói dựa trên người dùng (by ví dụ,

sự kiểm tra gói sâu), sự đánh chặn hợp pháp, cấp phát địa chỉ giao thức internet UE (IP: Internet protocol), đánh dấu gói mức vận chuyển trong DL, nạp mức dịch vụ UL và DL, thực thi công và tốc độ, thực thi tốc độ DL dựa trên APN-AMBR. Để làm rõ MME/S-GW 30 sau đây sẽ được gọi đơn giản là “công,” nhưng cần hiểu rằng thuật ngữ này bao gồm toàn bộ 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 nối nhờ giao diện Uu. các eNB 20 được liên kết nhờ giao diện X2. Ngoài ra các eNB có thể có cấu trúc mạng dạng lưới mà có giao diện X2. các eNB 20 được nối với EPC nhờ giao diện S1. các eNB 20 được nối với MME nhờ giao diện S1-MME, và được nối với S-GW nhờ giao diện S1-U. Giao diện S1 hỗ trợ mối tương quan nhiều-nhiều giữa eNB 20 và MME/S-GW.

eNB 20 có thể thực hiện các chức năng lựa chọn cho công 30, định tuyến về phía công 30 trong quá trình kích hoạt điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control), tạo lịch biểu và truyền các thông điệp phân trang, tạo lịch biểu và truyền thông tin kênh truyền thông (BCH: broadcast channel), sự cấp phát động của tài nguyên đến các UE 10 trong cả UL và DL, cấu hình và sự bố trí của các phép đo eNB, điều khiển kênh mang vô tuyến, điều khiển chấp nhận vô tuyến (RAC: radio admission control), và điều khiển kết nối di động trong trạng thái LTE_ACTIVE. Trong EPC, và như được lưu ý bên trên, công 30 có thể thực hiện các chức năng khởi tạo phân trang, sự quản lý trạng thái LTE_IDLE, mã hóa mặt phẳng người dùng, điều khiển kênh mang SAE, và mã hóa và bảo vệ nguyên vẹn tín hiệu NAS.

Fig.2 thể hiện mặt phẳng điều khiển của giao thức giao diện vô tuyến của hệ thống LTE. Fig.3 thể hiện mặt phẳng người dùng của giao thức giao diện vô tuyến của hệ thống LTE.

Các lớp của giao thức giao diện vô tuyến giữa UE và E-UTRAN có thể được phân loại thành lớp thứ nhất (L1), lớp thứ hai (L2), và lớp thứ ba (L3) dựa trên ba lớp dưới của chế độ liên kết hệ thống mở (OSI: open system interconnection) mà đã được

biết đến trong hệ thống truyền thông. Giao thức giao diện vô tuyến giữa UE và E-UTRAN có thể được chia theo phương ngang thành lớp vật lý, lớp liên kết dữ liệu, và lớp mạng, và có thể được chia theo phương dọc thành mặt phẳng điều khiển (mặt phẳng-C) mà là xếp chồng giao thức để truyền tín hiệu điều khiển và mặt phẳng người dùng (mặt phẳng-U) mà là sự xếp chồng giao thức để truyền thông tin dữ liệu. Các lớp của giao thức giao diện vô tuyến tồn tại thành các cặp ở UE và E-UTRAN, và chịu trách nhiệm truyền dữ liệu của giao diện Uu.

Lớp vật lý (PHY: physical) thuộc về L1. Lớp PHY tạo cho lớp cao hơn với dịch vụ truyền thông tin qua kênh vật lý. Lớp PHY được nối với lớp điều khiển truy nhập phương tiện (MAC: medium access control), vốn là lớp cao hơn của lớp PHY, qua kênh vận chuyển. Kênh vật lý được ánh xạ đến kênh vận chuyển. Dữ liệu được chuyển giữa lớp MAC và lớp PHY qua kênh vận chuyển. Giữa các lớp PHY khác nhau, tức là, lớp PHY của bộ truyền và lớp PHY của bộ thu, dữ liệu được chuyển qua kênh vật lý nhờ sử dụng tài nguyên vô tuyến. Kênh vật lý được điều biến nhờ sử dụng sơ đồ ghép kênh phân tần trực giao (OFDM: orthogonal frequency division multiplexing), và sử dụng thời gian và tần số làm tài nguyên vô tuyến.

Lớp PHY sử dụng một số kênh điều khiển vật lý. Kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (PDCCH: physical downlink control channel) báo cáo đến UE về tài nguyên sự cấp phát của kênh phân trang (PCH: paging channel) và kênh chia sẻ liên kết xuống (DL-SCH: downlink shared channel), và thông tin yêu cầu lặp lại tự động chế độ lai (HARQ: hybrid yêu cầu lặp lại tự động) liên quan đến DL-SCH. PDCCH có thể mang chấp nhận UL để báo cáo cho UE về sự cấp phát tài nguyên của hoạt động truyền UL. Kênh chỉ báo định dạng điều khiển vật lý (PCFICH: physical control format indicator channel) báo cáo số lượng OFDM các ký tự dùng cho các PDCCH cho UE, và được truyền trong mỗi khung con. Kênh chỉ báo ARQ lai vật lý (PHICH: physical hybrid ARQ indicator channel) mang thông điệp xác nhận HARQ (ACK)/không xác nhận (NACK) đáp ứng với hoạt động truyền UL. Kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH:

physical uplink control channel) mang thông tin điều khiển UL như HARQ ACK/NACK cho hoạt động truyền DL, yêu cầu tạo lịch biểu, và CQI. Kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (PUSCH: physical uplink shared channel) mang kênh chia sẻ liên kết lên (SCH: shared channel).

Kênh vật lý bao gồm các khung con trong miền thời gian và các sóng mang con trong miền tần số. Một khung con bao gồm các ký tự trong miền thời gian. Một khung con bao gồm các khối tài nguyên (RBs). Một RB bao gồm các ký tự và các sóng mang con. Ngoài ra, mỗi khung con có thể sử dụng các sóng mang con riêng của các ký tự riêng của khung con tương ứng cho PDCCH. Ví dụ, ký tự thứ nhất của khung con có thể được sử dụng cho PDCCH. PDCCH mang tài nguyên được cấp phát động, như khối tài nguyên vật lý (PRB: physical resource block) và lịch biểu điều biến và mã hóa (MCS). Khoảng thời gian truyền (TTI: transmission time interval) là thời gian cơ sở để truyền dữ liệu có thể bằng chiều dài của một khung con. Chiều dài của một khung con có thể bằng 1 ms.

Kênh vận chuyển được phân loại thành kênh vận chuyển chung và kênh vận chuyển chuyên dụng theo kênh được chia sẻ hoặc không. Kênh vận chuyển DL để truyền dữ liệu từ mạng đến UE bao gồm kênh truyền thông (BCH: broadcast channel) để truyền thông tin hệ thống, kênh phân trang (PCH: paging channel) để truyền thông điệp phân trang, DL-SCH để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tín hiệu điều khiển, v.v. DL-SCH hỗ trợ HARQ, sự thích ứng liên kết động bước thay đổi công suất điều biến, mã hóa và truyền, và cả sự cấp phát động và bán tĩnh. DL-SCH cũng có thể cho phép sự truyền thông trên toàn bộ ô tế bào và sử dụng sự tạo chùm. Thông tin hệ thống mang một hoặc nhiều khối thông tin hệ thống. Tất cả các khối thông tin hệ thống có thể được truyền với chu kỳ giống nhau. Các tín hiệu lưu lượng hoặc điều khiển của dịch vụ truyền thông đa phương tiện/phát đa hướng (MBMS: multimedia broadcast/multicast service) có thể được truyền qua DL-SCH hoặc kênh phát đa hướng (MCH: multicast channel).

UL kênh vận chuyển để truyền dữ liệu từ UE đến mạng bao gồm kênh truy nhập

ngẫu nhiên (RACH: random access channel) để truyền thông điệp điều khiển ban đầu, UL-SCH để truyền lưu lượng người dùng hoặc các tín hiệu điều khiển, v.v. UL-SCH hỗ trợ HARQ và sự thích ứng liên kết động bằng cách thay đổi công suất truyền và sự điều biến và mã hóa tiên năng. UL-SCH cũng có thể cho phép sử dụng sự tạo chùm. RACH được sử dụng thông thường để truy nhập ban đầu với ô tế bào.

Lớp MAC thuộc về L2. Lớp MAC cung cấp các dịch vụ cho lớp điều khiển liên kết vô tuyến (RLC: radio link control), vốn là lớp cao hơn của lớp MAC, thông qua lớp logic. Lớp MAC tạo ra chức năng của các lớp logic đa ánh xạ đến các kênh đa vận chuyển. Lớp MAC cũng tạo ra chức năng của sự ghép kênh lớp logic bởi các lớp logic đa ánh xạ đến một kênh vận chuyển. Lớp con MAC tạo ra các dịch vụ truyền dữ liệu trên các lớp logic.

Các lớp logic được phân loại 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 kiểu thông tin đã được truyền. Tức là, nhóm của các kiểu lớp logic được xác định cho các dịch vụ truyền dữ liệu khác nhau được đưa ra bởi lớp MAC. Các lớp logic được định vị bên trên kênh vận chuyển, và được ánh xạ đến các kênh vận chuyển.

Các kênh điều khiển được sử dụng để chỉ truyền thông tin mặt phẳng điều khiển. Các kênh điều khiển được cung cấp bởi lớp MAC bao gồm kênh điều khiển truyền thông (BCCH: broadcast control channel), kênh điều khiển phân trang (PCCH: paging control channel), kênh điều khiển chung (CCCH: common control channel), kênh điều khiển phát đa hướng (MCCH: multicast control channel) và kênh điều khiển chuyên dụng (DCCH: dedicated control channel). BCCH là kênh liên kết xuống để truyền thông tin điều khiển hệ thống. PCCH là kênh liên kết xuống để truyền thông tin phân trang và được sử dụng khi mạng không biết ô tế bào định vị của UE. CCCH được sử dụng do các UE không có sự kết nối RRC với mạng. MCCH là kênh liên kết xuống điểm với đa điểm được sử dụng để truyền thông tin điều khiển MBMS từ mạng đến UE. DCCH là kênh điểm-điểm hai chiều được sử dụng bởi các UE có sự kết nối RRC để truyền thông tin

điều khiển chuyên dụng giữa UE và mạng.

Các kênh lưu lượng được sử dụng chỉ để truyền thông tin mặt phẳng người dùng. Các kênh lưu lượng được cung cấp bởi lớp MAC bao gồm kênh lưu lượng chuyên dụng (DTCH: dedicated traffic channel) và kênh lưu lượng phát đa hướng (MTCH: multicast traffic channel). DTCH là kênh điểm-điểm, chuyên dụng cho một UE để truyền thông tin người dùng và có thể tồn tại ở cả hai liên kết lên và liên kết xuống. MTCH là kênh liên kết xuống điểm với đa điểm để truyền dữ liệu lưu lượng từ mạng đến UE.

Các kết nối liên kết lên giữa các lớp logic và các kênh vận chuyển bao gồm DCCH mà có thể được ánh xạ đến UL-SCH, DTCH mà có thể được ánh xạ đến UL-SCH và CCCH mà có thể được ánh xạ đến UL-SCH. Các kết nối liên kết xuống giữa các lớp logic và các kênh vận chuyển bao gồm BCCH mà có thể được ánh xạ đến BCH hoặc DL-SCH, PCCH mà có thể được ánh xạ đến PCH, DCCH mà có thể được ánh xạ đến DL-SCH, và DTCH mà có thể được ánh xạ đến DL-SCH, MCCH mà có thể được ánh xạ đến MCH, và MTCH mà có thể được ánh xạ đến MCH.

Lớp RLC thuộc về L2. Lớp RLC tạo ra chức năng dịch chuyển kích thước của dữ liệu, để thích hợp cho lớp dưới để truyền dữ liệu, bằng cách ghép và phân đoạn dữ liệu thu được từ lớp trên ở đoạn vô tuyến. Ngoài ra, để đảm bảo sự thay đổi của chất lượng của dịch vụ (QoS: quality of service) được yêu cầu bởi kênh mang vô tuyến (RB: radio bearer), lớp RLC tạo ra ba chế độ hoạt động, tức là, chế độ trong suốt (TM: transparent mode), chế độ không được xác nhận (UM: unacknowledged mode), và chế độ đã được xác nhận (AM: acknowledged mode). AM RLC tạo ra chức năng truyền lại qua yêu cầu lặp lại tự động (ARQ: automatic repeat request) để truyền dữ liệu theo cách tin cậy. Trong khi đó, chức năng của lớp RLC có thể được thực hiện với khối chức năng bên trong lớp MAC. Trong trường hợp này, lớp RLC có thể không tồn tại.

Lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP: packet data convergence protocol) thuộc về L2. Lớp PDCP tạo ra chức năng của hàm nén tiêu đề để giảm thông tin điều khiển không mong muốn sao cho dữ liệu được truyền bằng cách sử dụng các gói IP, như IPv4

hoặc IPv6, có thể được truyền một cách hiệu quả trên giao diện vô tuyến mà có băng thông tương đối nhỏ. Độ nén tiêu đề làm tăng hiệu quả truyền trong đoạn vô tuyến bằng cách truyền chỉ có thông tin cần thiết trong tiêu đề của dữ liệu. Ngoài ra, lớp PDCP tạo ra chức năng bảo mật. Chức năng bảo mật bao gồm sự mã hóa để ngăn cản sự kiểm tra của các bên thứ ba, và sự bảo vệ toàn vẹn để ngăn chặn sự điều khiển dữ liệu của bên thứ ba.

Lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thuộc về L3. Lớp RLC được định vị ở phần thấp nhất của L3, và chỉ được xác định trên mặt phẳng điều khiển. Lớp RRC có chức năng điều khiển tài nguyên vô tuyến giữa UE và mạng. Nhằm mục đích này, UE và mạng trao đổi thông điệp RRC qua lớp RRC. Lớp RRC điều khiển các lớp logic, các kênh vận chuyển, và các kênh vật lý có liên quan với cấu hình, sự cấu hình lại, và sự giải phóng của các RB. RB là đường dẫn logic mà được cung cấp bởi L1 và L2 để truyền dữ liệu giữa UE và mạng. Tức là, RB biểu thị dịch vụ cung cấp bởi L2 để truyền dữ liệu giữa UE và E-UTRAN. Cấu hình của RB gợi ý quy trình để định rõ lớp giao thức vô tuyến và các đặc tính kênh để tạo ra dịch vụ riêng và để xác định các thông số và hoạt động chi tiết tương ứng. RB được phân loại thành hai loại, tức là, RB phát tín hiệu (SRB) và RB dữ liệu (DRB). SRB được sử dụng làm đường dẫn để truyền thông điệp RRC trên mặt phẳng điều khiển. DRB được sử dụng làm đường dẫn để truyền dữ liệu người dùng trên mặt phẳng người dùng.

Tham chiếu đến Fig.2, các lớp RLC và MAC (kết thúc trên eNB ở phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như tạo lịch biểu, yêu cầu lặp lại tự động (ARQ: automatic repeat request), và yêu cầu lặp lại tự động chế độ lai (HARQ: hybrid yêu cầu lặp lại tự động). Lớp RRC (kết thúc trên eNB ở phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như truyền thông, phân trang, sự quản lý kết nối RRC, sự điều khiển RB, các chức năng di động, và báo cáo và điều khiển phép đo UE. Giao thức điều khiển NAS (kết thúc ở MME của công ở phía mạng) có thể thực hiện các chức năng như a quản lý kênh mang SAE, xác thực, sự xử lý di động LTE_IDLE, khởi tạo phân trang trong LTE_IDLE, và điều

kiểm soát để truyền tín hiệu giữa công và UE.

Tham chiếu đến Fig.3, các lớp RLC và MAC (kết thúc trên eNB ở phía mạng) có thể thực hiện các chức năng giống nhau cho mặt phẳng điều khiển. Lớp PDCP (kết thúc trên eNB ở phía mạng) có thể thực hiện các chức năng mặt phẳng người dùng như độ nén tiêu đề, sự bảo vệ toàn vẹn, và bảo mật.

Fig.4 thể hiện kiến trúc hệ thống 5G.

Tham chiếu đến Fig.4, nút mạng truy nhập vô tuyến thế hệ tiếp theo (NG-RAN: Next Generation Radio Access Mạng) có thể là hoặc gNB cung cấp truy nhập truy nhập vô tuyến (NR: Radio Access) các đầu cuối giao thức mặt phẳng người dùng và mặt phẳng điều khiển về phía UE hoặc ng-eNB cung cấp truy nhập vô tuyến mặt đất vạn năng cải tiến (E-UTRA: evolved UTRA) các đầu cuối giao thức mặt phẳng người dùng và mặt phẳng điều khiển về phía UE. Các GNB và các ng-eNB có thể được liên thông với với nhau nhờ giao diện Xn. Các GNB và các ng-eNB cũng có thể được kết nối nhờ các giao diện NG với mạng lõi 5G (5GC: 5G Core Network), cụ thể hơn là với AMF (Access and Mobility Management Function: chức năng quản lý truy nhập và di động) nhờ giao diện NG-C và với UPF (chức năng mặt phẳng người dùng) nhờ giao diện NG-U. NG-C có thể là giao diện mặt phẳng điều khiển giữa NG-RAN và 5GC, và NG-U có thể là giao diện mặt phẳng người dùng giữa NG-RAN và 5GC.

Fig.5 thể hiện sự phân chia chức năng giữa NG-RAN và 5GC.

Tham chiếu đến Fig.5, gNB và ng-eNB có mang các chức năng sau đây:

- Các chức năng để quản lý tài nguyên vô tuyến: Điều khiển kênh mang vô tuyến, Điều khiển chấp nhận vô tuyến, Điều khiển kết nối di động, Sự cấp phát động của tài nguyên đến các UE ở cả hai liên kết lên và liên kết xuống (tạo lịch biểu);
- Nén tiêu đề IP, mã hóa và bảo vệ tính nguyên vẹn của dữ liệu;
- Sự lựa chọn của AMF ở kết nối UE khi không định tuyến đến AMF có thể được xác định từ thông tin được cung cấp bởi UE;
- Định tuyến dữ liệu mặt phẳng người dùng về phía (các) UPF;

- Định tuyến thông tin mặt phẳng điều khiển về phía AMF;
- Thiết lập và phát hành kết nối;
- Tạo lịch biểu và truyền thông điệp phân trang;
- Tạo lịch biểu và truyền thông tin lan truyền hệ thống (có nguồn gốc từ AMF hoặc O&M);

- Đo lường và cấu hình báo cáo đo lường cho khả năng di động và lập lịch biểu;
- Đánh dấu gói cấp vận chuyển trong liên kết lên;
- Quản lý phiên;
- Hỗ trợ cắt mạng;
- Quản lý và ánh xạ QoS Flow tới các phần tử vô tuyến dữ liệu;
- Hỗ trợ các UE trong trạng thái RRC_INACTIVE;
- Chức năng phân phối cho thông điệp NAS;
- Chia sẻ mạng truy nhập vô tuyến;
- Kết nối kép;
- Liên kết chặt chẽ giữa NR và E-UTRA.

Chức năng quản lý truy nhập và di động (AMF) có thể lưu trữ các chức năng chính sau:

- Chấm dứt tín hiệu NAS;
- Bảo mật tín hiệu NAS;
- Kiểm soát bảo mật AS;
- Tín hiệu nút Inter CN cho khả năng di động giữa các mạng truy nhập 3GPP;
- Khả năng tiếp cận UE chế độ không tải (bao gồm sự điều khiển và thực thi sự truyền lại phân trang);
- Quản lý khu vực đăng ký;
- Hỗ trợ khả năng di động bên trong hệ thống và liên hệ thống;
- Xác thực truy nhập;
- Phân quyền truy nhập bao gồm kiểm tra quyền chuyển vùng;

- Kiểm soát quản lý di động (đăng ký và chính sách);
- Hỗ trợ cắt mạng;
- Lựa chọn SMF.

Chức năng mặt phẳng người dùng (UPF) có thể lưu trữ các chức năng chính sau:

- Điểm neo cho khả năng di động của Intra-/Inter-RAT (khi áp dụng);
- Điểm phiên PDU bên ngoài kết nối với mạng dữ liệu;
- Định tuyến & chuyển tiếp gói;
- Kiểm tra gói và phần mặt phẳng người dùng trong thực thi quy tắc chính sách;
- Báo cáo sử dụng lưu lượng;
- Bộ phân loại liên kết lên để hỗ trợ định tuyến luồng lưu lượng đến mạng dữ liệu;
- Phân nhánh điểm để hỗ trợ phiên PDU đa gốc;
- Xử lý QoS cho mặt phẳng người dùng, ví dụ: lọc gói, tạo cổng, thực thi tỷ lệ

UL/DL;

- Xác minh lưu lượng liên kết lên (ánh xạ luồng SDF sang QoS);
- Tạo bộ đệm gói liên kết xuống và kích hoạt thông báo dữ liệu liên kết xuống.

Chức năng Quản lý phiên (SMF) có thể lưu trữ các chức năng chính sau:

- Quản lý phiên;
- Quản lý và phân bổ địa chỉ IP UE;
- Lựa chọn và kiểm soát chức năng UP;
- Tạo cấu hình điều khiển lưu lượng tại UPF để định tuyến lưu lượng đến đích

thích hợp;

- Kiểm soát một phần thực thi chính sách và QoS;
- Thông báo dữ liệu liên kết xuống.

Dưới đây, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong hệ thống LTE được mô tả.

Trước hết, thiết bị người dùng thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên trong trường hợp có một trong các trường hợp sau.

- Trường hợp mà thiết bị người dùng thực hiện truy nhập ban đầu mà không có

kết nối (ví dụ: kết nối RRC) với trạm cơ sở

- Trường hợp mà thiết bị người dùng truy nhập ban đầu vào ô tế bào mục tiêu bằng thủ tục chuyển giao
- Trường hợp mà được yêu cầu bởi lệnh đưa ra bởi trạm cơ sở
- Trường hợp mà dữ liệu trong liên kết lên được tạo ra trong tình huống mà đồng bộ hóa thời gian liên kết lên không khớp hoặc tài nguyên vô tuyến được sử dụng để yêu cầu tài nguyên vô tuyến không được phân bổ
- Trường hợp xử lý khôi phục trong trường hợp có lỗi liên kết vô tuyến (RLF) hoặc lỗi chuyển giao

Trong hệ thống LTE, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột được tạo ra như sau. Trước tiên, trạm cơ sở gán mở đầu truy nhập ngẫu nhiên dành riêng chỉ định cho thiết bị người dùng cụ thể. Thứ hai, thiết bị người dùng tương ứng thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên nhờ sử dụng mở đầu truy nhập ngẫu nhiên. Để nói là trong quá trình chọn lựa mở đầu truy nhập ngẫu nhiên, có thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột và thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột. Cụ thể là, theo thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột, thiết bị người dùng chọn ngẫu nhiên một mở đầu truy nhập ngẫu nhiên từ thiết lập riêng và sau đó sử dụng mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được chọn. Theo thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột, mở đầu truy nhập ngẫu nhiên gán bởi trạm cơ sở chỉ cho thiết bị người dùng cụ thể được sử dụng. Các khác biệt giữa hai loại thủ tục truy nhập ngẫu nhiên nằm ở sự có mặt hoặc không có mặt của việc xảy ra vấn đề tranh chấp. Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột có thể được sử dụng, như được đề cập trong phần mô tả trên đây, chỉ với điều kiện quá trình bàn giao được thực hiện hoặc được yêu cầu bởi lệnh được đưa ra bởi trạm cơ sở.

Fig.6 thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột.

Ở bước S610, trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột, thiết bị người dùng chọn ngẫu nhiên mở đầu truy nhập ngẫu nhiên từ nhóm của các mở đầu truy

nhập ngẫu nhiên được biểu thị thông qua thông tin hệ thống hoặc lệnh bàn giao, chọn tài nguyên PRACH (physical RACH) có khả năng mang mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được chọn, và sau đó truyền lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên thông qua tài nguyên được chọn tương ứng.

Ở bước S620, sau khi thiết bị người dùng đã truyền lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên theo cách nêu trên, nó cố gắng tiếp nhận đáp ứng truy nhập ngẫu của nó bên trong cửa sổ thu đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên được biểu thị thông qua thông tin hệ thống hoặc lệnh bàn giao từ trạm cơ sở. Cụ thể là, thông tin đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên được truyền theo định dạng của MAC PDU. Và, MAC PDU được phân phối thông qua PDSCH (physical kênh chia sẻ liên kết xuống). Để thiết bị người dùng nhận thông tin một cách thích hợp được chuyển qua PDSCH, PDCCH cũng được phân phối. Cụ thể là, thông tin trên thiết bị người dùng được đề xuất để thu PDSCH, tần số và thông tin thời gian của tài nguyên vô tuyến của PDSCH, định dạng truyền của PDSCH và thông số tương tự được chứa trong PDCCH. Ngay khi thiết bị người dùng thu thành công PDCCH được truyền đến chính nó, thiết bị người dùng thu một cách thích hợp đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên được truyền trên PDSCH theo các thông tin của PDCCH. Và, trong đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên, bộ xác định lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (ID), chấp nhận UL (UL tài nguyên vô tuyến), bộ xác định ô tế bào tạm thời (C-RNTI tạm thời) và các lệnh căn chỉnh thời gian (các trị số hiệu chỉnh đồng bộ thời gian, sau đây được viết tắt là TAC) được bao hàm. Như được nêu trong phần mô tả trên đây, bộ xác định lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được yêu cầu cho đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên. Lý do cho điều này được mô tả như sau. Trước tiên, do thông tin đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên cho ít nhất một hoặc nhiều thiết bị người dùng có thể được bao hàm trong một đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên, cần thông báo rằng chấp nhận UL, C-RNTI tạm thời và TAC là hợp lệ cho một trong số các thiết bị người dùng. Và, bộ xác định lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên phù hợp với mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được chọn bởi thiết bị người dùng ở bước S610.

Ở bước S630, nếu thiết bị người dùng thu đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên hợp lệ cho chính nó, thiết bị người dùng xử lý một cách riêng rẽ mỗi một trong số các thông tin chứa trong đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên thu được. Cụ thể là, thiết bị người dùng áp dụng TAC và lưu C-RNTI tạm thời. Ngoài ra, thiết bị người dùng truyền dữ liệu được lưu trong phần đệm của nó hoặc tạo mới dữ liệu đến trạm cơ sở nhờ sử dụng chấp nhận UL đã thu được. Trong trường hợp này, dữ liệu chứa trong chấp nhận UL nên chứa bộ nhận dạng của thiết bị người dùng. Trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột, trạm cơ sở không thể xác định những loại nào của các thiết bị người dùng thực hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Do đó, để giải quyết tranh chấp trong tương lai, trạm cơ sở nên nhận dạng thiết bị người dùng tương ứng. Bộ nhận dạng của thiết bị người dùng có thể được bao hàm nhờ một trong số hai loại phương pháp như sau. Trước tiên, nếu thiết bị người dùng có bộ nhận dạng ô tế bào hợp lệ mà đã được gán trước đó bởi ô tế bào tương ứng trước khi thủ tục truy nhập ngẫu nhiên, thiết bị người dùng truyền bộ nhận dạng ô tế bào của nó qua chấp nhận UL. Ngược lại, nếu thiết bị người dùng thất bại trong hoạt động tiếp nhận bộ nhận dạng ô tế bào hợp lệ trước khi thủ tục truy nhập ngẫu nhiên, thiết bị người dùng truyền toàn bộ bộ nhận dạng duy nhất của nó (ví dụ, S-TMSI, Random Id, v.v.). Nói chung, ID duy nhất dài hơn bộ nhận dạng ô tế bào. Nếu thiết bị người dùng truyền dữ liệu qua chấp nhận UL, thiết bị người dùng kích hoạt bộ định thời cho giải quyết tranh chấp (sau đây được gọi là bộ định thời giải quyết tranh chấp).

Ở bước S640, sau khi thiết bị người dùng đã truyền dữ liệu chứa bộ nhận dạng của nó qua chấp nhận UL chứa trong đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên, nó đợi dấu hiệu biểu thị từ trạm cơ sở để giải quyết tranh chấp. Cụ thể là, thiết bị người dùng cố gắng tiếp nhận PDCCH để nhận thông điệp riêng. Trong khi tiếp nhận PDCCH, có hai loại phương pháp. Như được đề cập trong phần mô tả trên đây, nếu bộ nhận dạng của thiết bị người dùng truyền qua chấp nhận UL là bộ nhận dạng ô tế bào, thiết bị người dùng cố gắng tiếp nhận PDCCH nhờ sử dụng bộ nhận dạng ô tế bào của nó. Nếu bộ nhận dạng

là bộ nhận dạng duy nhất, thiết bị người dùng cố gắng tiếp nhận PDCCH nhờ sử dụng C-RNTI tạm thời chứa trong đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên. Sau đó, ở trường hợp trước, nếu thiết bị người dùng tiếp nhận PDCCH qua bộ nhận dạng ô tế bào của nó trước khi kết hạn bộ định thời giải quyết tranh chấp, thiết bị người dùng xác định rằng thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được thực hiện một cách bình thường và sau đó kết thúc thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Ở trường hợp sau, nếu thiết bị người dùng tiếp nhận PDCCH qua bộ xác định ô tế bào tạm thời trước khi kết hạn bộ định thời giải quyết tranh chấp, thiết bị người dùng kiểm tra dữ liệu được chuyển bởi PDSCH biểu thị bởi PDCCH. Nếu bộ nhận dạng duy nhất của thiết bị người dùng được chứa trong nội dung của dữ liệu, thiết bị người dùng xác định rằng thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được thực hiện một cách bình thường và sau đó kết thúc thủ tục truy nhập ngẫu nhiên.

Fig.7 thể hiện thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột.

Không giống như thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột, trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột, nếu thông tin đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên được tiếp nhận, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được kết thúc bằng cách xác định rằng thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được thực hiện một cách bình thường. Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột có thể tồn tại ở một trong hai trường hợp, tức là, trường hợp thứ nhất của quá trình bàn giao và trường hợp thứ hai mà được yêu cầu bởi lệnh đưa ra bởi trạm cơ sở. Tất nhiên, thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự xung đột có thể được thực hiện ở một trong hai trường hợp. Trước tiên, đối với thủ tục truy nhập ngẫu nhiên dựa trên sự không xung đột, quan trọng là thu mở đầu truy nhập ngẫu nhiên đã được chỉ định không có khả năng tranh chấp từ trạm cơ sở. Mở đầu truy nhập ngẫu nhiên có thể được biểu thị bởi lệnh bàn giao hoặc lệnh PDCCH. Sau khi trạm cơ sở được gán mở đầu truy nhập ngẫu nhiên mà chỉ được chỉ định đến thiết bị người dùng, thiết bị người dùng truyền lời mở đầu đến trạm cơ sở.

Dưới đây, cụm dữ liệu giao thức (PDU) được mô tả.

MAC PDU là chuỗi bit mà là byte đã được chỉnh (tức là bội của 8 bit) theo chiều

dài. Các MAC SDU là các chuỗi bit mà là byte đã được chỉnh (tức là bội của 8 bit) theo chiều dài. Cụm dữ liệu dịch vụ (SDU) được đưa vào MAC PDU từ bit thứ nhất trở đi.

Fig.8 thể hiện ví dụ về MAC PDU bao gồm tiêu đề MAC, các phân tử điều khiển MAC, các MAC SDU và sự đệm.

Tham chiếu đến Fig.8, MAC PDU bao gồm tiêu đề MAC, không hoặc nhiều MAC SDU, không hoặc nhiều phân tử điều khiển MAC, và hoạt động đệm tùy ý. Cả tiêu đề MAC và các MAC SDU có các kích thước khác nhau. Cả tiêu đề MAC và các MAC SDU có các kích thước khác nhau. Tiêu đề MAC PDU bao gồm một hoặc nhiều tiêu đề con MAC PDU. Mỗi tiêu đề con tương ứng với hoặc MAC SDU, phân tử điều khiển MAC hoặc hoạt động đệm. tiêu đề con MAC PDU bao gồm năm hoặc sáu trường tiêu đề R/F2/E/LCID/(F)/L nhưng đối với tiêu đề con cuối cùng trong MAC PDU và đối với các phân tử điều khiển MAC kích thước cố định. Tiêu đề con cuối cùng trong MAC PDU và các tiêu đề con cho các phân tử điều khiển MAC kích thước cố định chỉ bao gồm bốn trường tiêu đề R/F2/E/LCID. tiêu đề con MAC PDU tương ứng với hoạt động đệm bao gồm bốn trường tiêu đề R/F2/E/LCID.

Các tiêu đề con MAC PDU cùng cùng thứ tự với các MAC SDU tương ứng, các phân tử điều khiển MAC và hoạt động đệm. các phân tử điều khiển MAC luôn được đặt trước MAC SDU bất kỳ. Hoạt động đệm xuất hiện ở đầu của MAC PDU, ngoại trừ khi hoạt động đệm một byte hoặc hai byte được yêu cầu. Hoạt động đệm có thể có trị số bất kỳ và toàn bộ MAC sẽ bỏ qua nó. Khi hoạt động đệm được thực hiện ở đầu của MAC PDU, không hoặc nhiều byte đệm được cho phép. Khi hoạt động đệm một byte hoặc hai byte được yêu cầu, một hoặc hai tiêu đề con MAC PDU tương ứng với hoạt động đệm ở đầu của MAC PDU trước tiêu đề con MAC PDU khác bất kỳ. A sự tối đa của một MAC PDU có thể được truyền trên một khối vận chuyển (TB: transport block) trên toàn bộ MAC. Sự tối đa của một MCH MAC PDU có thể được truyền trên khoảng thời gian truyền (TTI: transmission time interval).

Trong khi đó, để hạ giá thành UE, thì quan trọng là tiết kiệm năng lượng của UE.

Ví dụ, UE chi phí thấp bao gồm UE băng thông hẹp internet vạn vật (NB-IoT: Narrow Band Internet of Things), UE băng thông có độ phức tạp giảm (BL), UE truyền thông kiểu máy (MTC: Machine Type Communication) hoặc UE trong vùng phủ sóng tăng cường. Do vậy, số lượng các hoạt động truyền cần được giảm càng nhiều càng tốt. Truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong sự thiết lập kết nối RRC hoặc tiếp tục kết nối RRC là một trong số các giải pháp để giảm sự tiêu thụ năng lượng của UE. Tuy nhiên, hệ thống hiện nay không hỗ trợ truyền dữ liệu sớm. Dưới đây, phương pháp để UE thực hiện EDT và thiết bị hỗ trợ theo cùng một phương án thực hiện sáng chế được mô tả chi tiết. Trong bản mô tả, EDT có thể là hoạt động truyền dữ liệu liên kết lên trong thủ tục truy nhập bất kỳ. EDT có thể cho phép một hoạt động truyền dữ liệu liên kết lên tùy ý tuân theo bởi một hoạt động dữ liệu liên kết xuống trong thủ tục truy nhập bất kỳ. Ví dụ, EDT có thể cho phép một hoạt động truyền dữ liệu liên kết lên tùy ý tuân theo bởi một hoạt động dữ liệu liên kết xuống trong thủ tục truy nhập bất kỳ mà không thành lập hoặc tiếp tục kết nối RRC. Sự kết nối S1 có thể được thành lập hoặc tiếp tục ngay khi thu dữ liệu liên kết lên và có thể được phát hành hoặc đình chỉ sau khi truyền dữ liệu liên kết xuống. Truyền dữ liệu sớm có thể tham chiếu đến cả mặt phẳng điều khiển (CP)-EDT và mặt phẳng người dùng (UP)-EDT.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, trong khi thực hiện thủ tục chuyển tiếp trạng thái như thủ tục thành lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC, UE có thể truyền dữ liệu trong thông điệp trên kênh mang vô tuyến phát tín hiệu (SRB) như DCCH hoặc CCCH. Thông điệp có thể là thông điệp NAS hoặc thông điệp RRC như thông điệp yêu cầu kết nối RRC hoặc thông điệp tiếp tục kết nối RRC. Theo cách khác, trong khi thực hiện thủ tục chuyển tiếp trạng thái như thủ tục thành lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC, UE có thể truyền dữ liệu trong thông điệp trên dữ liệu kênh mang vô tuyến (DRB) được cấu hình cho EDT.

Fig.9 thể hiện thủ tục để thực hiện EDT theo một phương án thực hiện sáng chế.

EDT có thể được kích hoạt khi các lớp trên yêu cầu sự thiết lập hoặc tiếp tục kết

nối RRC cho dữ liệu khởi tạo di động (tức là, không phát tín hiệu hoặc SMS) và kích thước dữ liệu liên kết lên nhỏ hơn hoặc bằng kích thước khối vận chuyển (TB: transport block) được chỉ báo trong thông tin hệ thống. EDT có thể không được sử dụng cho dữ liệu qua mặt phẳng điều khiển khi sử dụng các tối ưu hóa mặt phẳng người dùng CIoT EPS. EDT có thể được áp dụng cho các BL UE, các UE trong vùng phủ sóng tăng cường hoặc các NB-IoT UE. EDT có thể được khởi tạo bởi các lớp trên (ví dụ UE RRC).

Tham chiếu đến Fig.9, ở bước S900, UE có thể bắt đầu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên. Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên có thể được bắt đầu cho EDT. Nếu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được bắt đầu, UE có thể truyền thông điệp 1 (ví dụ mở đầu truy nhập ngẫu nhiên) đến trạm cơ sở. Sau đó, UE có thể nhận thông điệp 2 (ví dụ đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên) từ trạm cơ sở. UE có thể là UE chi phí thấp.

Ở bước S910, UE có thể thực hiện EDT. Cụ thể là, UE có thể truyền dữ liệu đến trạm cơ sở bằng cách sử dụng thông điệp 3 trong thủ tục truy nhập bất kỳ mà không thành lập hoặc tiếp tục kết nối RRC. Thông điệp truyền bởi UE để thực hiện EDT có thể được gọi là thông điệp RRC thứ nhất theo sáng chế. UE có thể truyền thông điệp RRC thứ nhất đến trạm cơ sở để thực hiện EDT. Thông điệp thứ nhất có thể bao gồm dữ liệu liên kết lên cho EDT. Ví dụ, thông điệp RRC thứ nhất có thể là một trong số thông điệp yêu cầu dữ liệu sớm RRC, thông điệp yêu cầu kết nối RRC hoặc thông điệp yêu cầu tiếp tục kết nối RRC.

Ở bước S920, UE có thể nhận thông điệp 4 từ trạm cơ sở. Thông điệp 4 có thể được nhận đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất. Thông điệp 4 có thể được gọi là thông điệp RRC thứ hai theo sáng chế. Ví dụ, thông điệp RRC thứ hai có thể là một trong số thông điệp thiết lập kết nối RRC, thông điệp tiếp tục kết nối RRC hoặc thông điệp hủy bỏ kết nối RRC.

Nếu thông điệp RRC thứ hai bắt đầu thiết lập kết nối RRC, UE có thể đi vào trạng thái RRC_CONNECTED, và truyền thông điệp 5 đến trạm cơ sở. Thông điệp 5 có thể được nhận đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai. Thông điệp 5 có thể được gọi là thông

điệp RRC thứ ba theo sáng chế. Ví dụ, thông điệp RRC thứ ba có thể là một trong số thông điệp hoàn thành thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp hoàn thành tiếp tục kết nối RRC.

Nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, UE có thể xem xét rằng EDT kết thúc thành công. Tức là, UE có thể xác định rằng EDT được kết thúc thành công khi thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công. Nói theo cách khác, nếu UE nhận thông điệp RRC thứ hai được dùng để xác nhận sự hoàn thành thành công của thủ tục EDT, UE (ví dụ UE RRC) có thể chỉ báo việc phát hành kết nối RRC cho các lớp trên cùng với sự phát hành gây ra ‘hoạt động khác’, ngay khi thủ tục này kết thúc. Do vậy, UE có thể đi vào RRC_IDLE. Tốt hơn là, UE có thể đình chỉ kênh mang vô tuyến cho EDT trước khi đi vào trạng thái RRC_IDLE. Trong trường hợp này, UE có thể không truyền thông điệp RRC thứ ba đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai, đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công.

Nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, UE có thể xem xét rằng EDT kết thúc không thành công. Tức là, UE có thể xác định rằng EDT được kết thúc không thành công khi thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là không thành công. Trong trường hợp này, UE có thể đình chỉ kênh mang vô tuyến cho EDT và đi vào RRC_IDLE. UE có thể không truyền thông điệp RRC thứ ba đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai, đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là không thành công.

Trong trường hợp đang thực hiện EDT, bất kể EDT có thành công hay không, có thể không cần gửi thông điệp 5 đáp ứng với thông điệp 4, do UE có thể không cần đi vào trạng thái RRC_CONNECTED trong các trường hợp nhất định. Theo một phương án thực hiện sáng chế, khi UE thực hiện EDT, hoạt động truyền thông điệp 5 có thể được nhảy qua hoặc bỏ qua trong các trường hợp nhất định, sao cho tài nguyên vô tuyến không bị lãng phí và sự tiêu thụ pin của UE có thể được giảm.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, thiết lập kết nối RRC có thể được phát

hành nhanh dựa trên ACK mức RRC. Nếu UE nhận thông điệp RRC chỉ báo rằng dữ liệu được xác nhận, UE có thể xem xét rằng dữ liệu được xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3, và UE có thể dừng các hoạt động truyền (truyền lại) dữ liệu bất kỳ và các xác nhận RLC/MAC, nếu có. UE có thể phát hành kết nối RRC và các thực thể lớp 2, và đi vào RRC_IDLE. Thông điệp RRC có thể là một trong số thông điệp phát hành kết nối RRC, thông điệp hủy bỏ kết nối RRC, thông điệp thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp tiếp tục kết nối RRC.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, thông điệp hoàn thành RRC có thể được nhảy qua. Nếu UE truyền dữ liệu qua SRB hoặc DRB, và nếu UE nhận thông điệp thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp tiếp tục kết nối RRC chỉ báo rằng dữ liệu được xác nhận, UE có thể không truyền thông điệp hoàn thành thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp hoàn thành tiếp tục kết nối RRC). Trong trường hợp này, UE có thể xem thủ tục RRC là thành công, và sau đó đi vào RRC_IDLE.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, trong trường hợp có lỗi kết nối cho EDT, nếu UE truyền dữ liệu qua SRB hoặc DRB, và nếu thủ tục thiết lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC với EDT thất bại ví dụ do nhận hủy bỏ kết nối RRC hoặc hết hạn T300, UE có thể xem xét rằng dữ liệu không được xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3, và dừng các hoạt động truyền (truyền lại) dữ liệu bất kỳ và các xác nhận RLC/MAC, nếu có. Sau đó, nếu dữ liệu được truyền qua DRB (hoặc SRB), UE có thể thiết lập lại hoặc đình chỉ các thực thể lớp 2. Nếu dữ liệu được truyền qua SRB, UE có thể phát hành các thực thể lớp 2. Cuối cùng, UE có thể đi vào RRC_IDLE và có thể kích hoạt thủ tục thiết lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC để truyền lại dữ liệu mà không được chuyển hoặc xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3.

Fig.10A và Fig.10B thể hiện thủ tục để thực hiện EDT theo một phương án thực hiện sáng chế.

Tham chiếu đến Fig.10A và Fig.10B, ở bước S1000, UE có thể chờ trên ô tế bào. Ví dụ, ô tế bào có thể là ô tế bào NB-IoT hoặc ô tế bào LTE hỗ trợ một hoặc nhiều băng

thông hợp cho các khả năng UE chi phí thấp như loại M1.

Ở bước S1010, UE có thể nhận thông tin hệ thống từ trạm cơ sở qua ô tế bào. Thông tin hệ thống có thể truyền thông ít nhất một trong số cấu hình của CCCH2 cho EDT, cấu hình của các kênh mang vô tuyến (ví dụ các DRB chứa các DTCH) được ánh xạ đến EDT, RAPID chỉ báo EDT hoặc LCID của CCCH2 cho EDT. Mỗi ô tế bào có thể thông báo một hoặc nhiều UE rằng ô tế bào này hỗ trợ EDT cho sự tối ưu mặt phẳng điều khiển CIoT EPS và/hoặc EDT cho sự tối ưu hóa mặt phẳng người dùng CIoT EPS qua thông tin hệ thống.

Nếu ô tế bào chỉ báo EDT cho sự tối ưu hóa mặt phẳng người dùng CIoT EPS, UE hỗ trợ EDT đối với sự tối ưu hóa mặt phẳng người dùng CIoT EPS có thể cấu hình (các) DRB (bao gồm tất cả các thực thể RLC/PDCP và các lớp logic) được ánh xạ đến EDT. Trong trường hợp này, UE có thể cấu hình một lớp logic CCCH và một hoặc nhiều DTCH các lớp logic cho liên kết lên. Lớp logic CCCH có thể có ưu tiên cao hơn (các) lớp logic DTCH được ánh xạ đến EDT và tất cả các phần tử điều khiển MAC. (các) lớp logic DTCH được ánh xạ đến EDT có thể có ưu tiên cao hơn một số hoặc tất cả (các) phần tử điều khiển MAC (ví dụ báo cáo thể tích dữ liệu và khoảng dự trữ công suất (DPR) phần tử điều khiển MAC, phần tử điều khiển MAC báo cáo tình trạng phần đệm, khoảng dự trữ công suất phần tử điều khiển MAC). (các) lớp logic DTCH được ánh xạ đến EDT có thể có ưu tiên cao hơn DTCH các lớp logic không được ánh xạ đến EDT.

Nếu ô tế bào chỉ báo EDT cho sự tối ưu mặt phẳng điều khiển CIoT EPS, UE hỗ trợ EDT đối với sự tối ưu mặt phẳng điều khiển CIoT EPS có thể cấu hình CCCH2 cho EDT. Trong trường hợp này, UE có thể cấu hình hai lớp logic CCCH khác nhau cho liên kết lên. Lớp logic CCCH thứ nhất có thể có ưu tiên cao hơn lớp logic CCCH thứ hai trong các ưu tiên lớp logic MAC. Lớp logic CCCH thứ nhất có thể là SRB0 trong khi lớp logic CCCH thứ hai có thể là SRB0bis. Lớp logic CCCH thứ nhất có thể áp dụng cho liên kết lên và liên kết xuống, trong khi lớp logic CCCH thứ hai có thể chỉ áp dụng cho liên kết lên. Lớp logic CCCH thứ nhất có thể có ưu tiên cao hơn tất cả các phần tử điều khiển MAC.

từ điều khiển MAC. Lớp logic CCCH thứ hai có thể có ưu tiên thấp hơn (các) phần tử điều khiển MAC nhất định (ví dụ báo cáo thể tích dữ liệu và khoảng dự trữ công suất (DPR) phần tử điều khiển MAC, phần tử điều khiển MAC báo cáo tình trạng phân độ, khoảng dự trữ công suất phần tử điều khiển MAC). Lớp logic CCCH thứ hai có thể có ưu tiên cao hơn (các) phần tử điều khiển MAC khác. Theo cách khác, cả hai lớp logic CCCH có thể có ưu tiên cao hơn tất cả các phần tử điều khiển MAC.

CCCH2 có thể được thay thế bởi DCCH được ánh xạ đến EDT hoặc CCCH kế thừa. Ví dụ, DCCH được ánh xạ đến EDT có thể được sử dụng để mang EDT thay vì CCCH2. Tuy nhiên, DCCH không được ánh xạ đến EDT có thể không được sử dụng để mang EDT.

Nếu ô tế bào không biểu thị EDT, UE không thực hiện EDT.

Ở bước S1020, nếu UE đã được định chỉ sau khi phát hành sự kết nối RRC trước đó, (các) DTCH được ánh xạ đến EDT có thể được cấu hình nhưng được đình chỉ cho UE. Trong trường hợp này, nếu UE xác định dữ liệu UL cho (các) DTCH, UE có thể tiếp tục (các) DTCH được ánh xạ đến EDT và sau đó gửi dữ liệu UL đến các lớp dưới (Tất cả các thực thể RLC/PDCP) trên DTCH được ánh xạ đến EDT. Hoạt động này có thể không được áp dụng cho các DTCH (tức là các DRB) không được ánh xạ đến EDT. Do vậy, UE có thể không thực hiện EDT cho dữ liệu UL trên các DTCH (tức là các DRB) không được ánh xạ đến EDT. Nếu UE xác định dữ liệu UL, UE cũng có thể kích hoạt thủ tục thành lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC. Thông điệp yêu cầu kết nối RRC hoặc thông điệp yêu cầu tiếp tục kết nối RRC có thể được gửi đến CCCH1 cho SRB0.

Ở bước S1030, nếu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên được kích hoạt, lớp MAC của UE (tức là UE MAC) có thể chọn một trong số các bộ xác định lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên (các RAPID) được ánh xạ đến EDT (như được thu từ ô tế bào thông qua thông tin hệ thống). Sau đó, UE có thể truyền lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên bằng bộ xác định lời mở đầu truy nhập ngẫu nhiên được chọn (RAPID).

Ở bước S1040, UE MAC có thể thu thông điệp đáp ứng truy nhập ngẫu nhiên (RAR: random access response) biểu thị RAPID đã được truyền và chấp thuận liên kết lên. Nếu UE MAC không thu RAR biểu thị RAPID đã được truyền, UE MAC truyền lại mở đầu truy nhập ngẫu nhiên với quá trình tăng công suất.

UE MAC có thể thực hiện các ưu tiên lớp logic. Sau đó, UE MAC có thể xây dựng MAC PDU dựa trên các ưu tiên lớp logic và chấp thuận liên kết lên. Trong các ưu tiên lớp logic, Các CCCH và DCCH được ánh xạ đến EDT có thể có ưu tiên cao hơn tất cả các phần tử điều khiển MAC và các DCCH khác không được ánh xạ đến EDT.

Trong MAC PDU, nếu dữ liệu từ CCCH được bao hàm, LCID biểu thị CCCH có thể được bao hàm dưới dạng tiêu đề con MAC. Ngoài ra, nếu dữ liệu từ DCCH được ánh xạ đến EDT được bao hàm, LCID biểu thị DCCH được ánh xạ đến EDT có thể được bao hàm dưới dạng tiêu đề con MAC.

Nếu chấp nhận UL thu được có thể thích ứng với tất cả dữ liệu UL trong DCCH được ánh xạ đến EDT, và nếu UE không có dữ liệu UL còn lại trên lớp logic bất kỳ, UE có thể bao gồm báo cáo tình trạng phần đệm (BSR: buffer status reporting) phần tử điều khiển MAC biểu thị có dữ liệu, báo cáo thể tích dữ liệu và khoảng dự trữ công suất (DPR) phần tử điều khiển MAC biểu thị không có dữ liệu (tức là trị số DV=0), hoặc không có phần tử điều khiển MAC.

Nếu chấp nhận UL thu được có thể chứa một số dữ liệu UL trong DCCH được ánh xạ đến EDT với phần tử điều khiển MAC như BSR MAC CE hoặc DPR MAC CE, và nếu UE có dữ liệu UL còn lại trên lớp logic bất kỳ, UE có thể bao gồm BSR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại hoặc DPR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại.

Nếu chấp nhận UL thu được không thể chứa dữ liệu UL bất kỳ trong DCCH được ánh xạ đến EDT với phần tử điều khiển MAC như BSR MAC CE hoặc DPR MAC CE, UE có thể bao gồm BSR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại hoặc DPR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại.

Ở bước S1050, UE MAC có thể truyền MAC PDU (tức là Thông điệp 3 (MSG3: Message 3)) đến trạm cơ sở bằng cách sử dụng chấp thuận liên kết lên.

Ở bước S1060, nếu UE MAC có thể nhận giải quyết tranh chấp cho thông điệp 3 từ trạm cơ sở (ví dụ thông qua PDCCH hoặc Giải quyết tranh chấp MAC CE), UE MAC có thể xem thủ tục RACH là thành công. Theo cách khác, UE MAC có thể truyền lại mở đầu truy nhập ngẫu nhiên.

UE có thể nhận thông điệp thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp tiếp tục kết nối RRC từ trạm cơ sở. Nếu thông điệp nhận được chỉ báo NACK đến EDT, lớp của UE mà đã nhận NACK có thể gửi NACK đến lớp cao hơn của UE. Ví dụ, đối với EDT qua SRB trên sự tối ưu mặt phẳng điều khiển CIoT EPS, nếu UE RRC nhận NACK từ thông điệp, UE RRC có thể thông báo UE NAS về NACK đến dữ liệu UL. Ngay khi nhận NACK, lớp cao hơn của UE (ví dụ UE NAS) có thể truyền lại dữ liệu UL. Nếu như vậy, UE RRC có thể tạo ra thông điệp RRC chứa dữ liệu UL và gửi thông điệp RRC đến các lớp dưới (ví dụ PDCP/RLC/MAC). Thông điệp RRC có thể được mang trên hoặc CCCH2 hoặc DCCH. Nếu thông điệp được mang trên DCCH, thông điệp có thể là thiết lập/tiếp tục hoàn thành kết nối RRC chứa dữ liệu UL. Dữ liệu UL có thể bao gồm dữ liệu UL mà được NACK và/hoặc dữ liệu UL còn lại. Do vậy, UE có thể truyền một MAC SDU bao gồm thiết lập/tiếp tục hoàn thành kết nối RRC chứa dữ liệu UL với MAC CE trong một MAC PDU. MAC CE trong MAC PDU có thể là hoặc BSR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại hoặc DPR MAC CE chỉ báo lượng dữ liệu UL còn lại. Nếu không có dữ liệu UL còn lại ngoại trừ dữ liệu UL chứa trong MAC PDU, MAC CE có thể chỉ báo không có dữ liệu.

Nếu UE nhận thông điệp RRC chỉ báo rằng dữ liệu được xác nhận, UE có thể xem xét rằng dữ liệu được xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3, và UE có thể dừng các hoạt động truyền (truyền lại) dữ liệu bất kỳ và các xác nhận RLC/MAC, nếu có. UE có thể phát hành kết nối RRC và các thực thể lớp 2, và đi vào RRC_IDLE. Thông điệp RRC có thể là một trong số thông điệp phát hành kết nối RRC, thông điệp hủy bỏ kết nối RRC, thông điệp

điện thoại thiết lập kết nối RRC và thông điệp tiếp tục kết nối RRC.

Ví dụ, nếu MAC CE chỉ báo không có dữ liệu, và nếu trạm cơ sở thu thành công tất cả dữ liệu UL, trong trường hợp không có dữ liệu DL, trạm cơ sở có thể truyền phát hành kết nối RRC chỉ báo ACK cho dữ liệu UL. Ngay khi nhận phát hành kết nối RRC chỉ báo ACK cho dữ liệu UL, UE có thể xem xét rằng dữ liệu UL mà được truyền được xác nhận và đi vào RRC_IDLE. UE RRC có thể thông báo UE RLC/MAC rằng dữ liệu UL mà được truyền được xác nhận và hoạt động truyền (truyền lại) nên được dừng lại.

Nếu UE nhận thông điệp phát hành kết nối RRC hoặc thông điệp hủy bỏ không chỉ báo ACK cho dữ liệu UL, UE có thể xem xét rằng dữ liệu UL mà được truyền không được xác nhận và đi vào RRC_IDLE. UE có thể kích hoạt thủ tục thành lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC để truyền lại dữ liệu không được xác nhận sau đó.

Nếu UE truyền dữ liệu qua SRB hoặc DRB, và nếu UE nhận thông điệp thiết lập kết nối RRC (hoặc thông điệp tiếp tục kết nối RRC) chỉ báo rằng dữ liệu được xác nhận, UE có thể không truyền thông điệp hoàn thành thiết lập kết nối RRC (hoặc thông điệp hoàn thành tiếp tục kết nối RRC), và xem thủ tục RRC là thành công, và sau đó đi vào RRC_IDLE.

Nếu UE truyền dữ liệu qua SRB hoặc DRB, và nếu thủ tục thiết lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC với EDT thất bại, ví dụ thủ tục kết thúc không thành công do nhận hủy bỏ kết nối RRC hoặc hết hạn T300, UE có thể xem xét rằng dữ liệu không được xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3, và UE có thể dừng các hoạt động truyền (truyền lại) dữ liệu bất kỳ và các xác nhận RLC/MAC, nếu có. Sau đó, nếu dữ liệu được truyền qua DRB (hoặc SRB), UE có thể thiết lập lại hoặc đình chỉ các thực thể lớp 2. Nếu dữ liệu được truyền qua SRB, UE có thể phát hành các thực thể lớp 2. Cuối cùng, UE có thể đi vào RRC_IDLE và có thể kích hoạt thủ tục thiết lập kết nối RRC hoặc thủ tục tiếp tục kết nối RRC để truyền lại dữ liệu mà không được chuyển hoặc xác nhận ở lớp 1, 2 hoặc 3.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa phương pháp để UE thực hiện EDT theo một

phương án thực hiện sáng chế.

Tham chiếu đến Fig.11, ở bước S1110, UE có thể truyền thông điệp RRC thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở. Thông điệp RRC thứ nhất có thể là một trong số thông điệp yêu cầu dữ liệu sớm RRC, thông điệp yêu cầu kết nối RRC hoặc thông điệp yêu cầu tiếp tục kết nối RRC. UE có thể là UE băng thông hẹp internet vạn vật (NB-IoT: Narrow Band Internet of Things). EDT có thể được thực hiện bởi lớp điều khiển truy nhập phương tiện (MAC: medium access control) của UE. Thông điệp thứ nhất có thể bao gồm dữ liệu liên kết lên cho EDT.

Ở bước S1120, UE có thể thu thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở. Thông điệp RRC thứ hai có thể là một trong số thông điệp hoàn thành dữ liệu sớm RRC, thông điệp thiết lập kết nối RRC, thông điệp tiếp tục kết nối RRC hoặc thông điệp hủy bỏ kết nối RRC.

Ở bước S1130, UE có thể xem xét rằng EDT kết thúc thành công nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công. Cụ thể là, UE có thể xác định rằng EDT được kết thúc thành công.

Ở bước S1140, UE có thể xem xét rằng EDT kết thúc không thành công nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là không thành công. Cụ thể là, UE có thể xác định rằng EDT được kết thúc không thành công.

UE không truyền thông điệp RRC thứ ba đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai, đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công hoặc không thành công. Thông điệp RRC thứ ba có thể là một trong số thông điệp hoàn thành thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp hoàn thành tiếp tục kết nối RRC.

Ở bước S1150, UE có thể đi vào trạng thái RRC_IDLE. Ngoài ra, UE có thể đình chỉ kênh mang vô tuyến cho EDT trước khi đi vào trạng thái RRC_IDLE. Ví dụ, UE có thể đình chỉ tất cả kênh mang vô tuyến cho EDT trước khi đi vào trạng thái RRC_IDLE.

Ngoài ra, UE có thể bắt đầu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên cho EDT. EDT có thể là hoạt động truyền dữ liệu liên kết lên trong thủ tục truy nhập bất kỳ.

Ngoài ra, UE có thể đi vào trạng thái RRC_CONNECTED và truyền thông điệp RRC thứ ba đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai bắt đầu thiết lập kết nối RRC.

Theo một phương án thực hiện sáng chế, khi UE thực hiện EDT, hoạt động truyền thông điệp 5 có thể được nhảy qua hoặc bỏ qua trong các trường hợp nhất định, sao cho tài nguyên vô tuyến không bị lãng phí và sự tiêu thụ pin của UE có thể được giảm.

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa hệ thống truyền thông không dây theo phương án thực hiện sáng chế.

BS 1200 bao gồm bộ xử lý 1201, bộ nhớ 1202 và bộ thu phát 1203. Bộ nhớ 1202 được nối với bộ xử lý 1201, và lưu trữ thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử lý 1201. Bộ thu phát 1203 được nối với bộ xử lý 1201, và truyền và/hoặc nhận các tín hiệu vô tuyến. Bộ xử lý 1201 thực hiện các chức năng, các quy trình và/hoặc phương pháp được đề xuất. Theo phương án thực hiện nêu trên, hoạt động của trạm cơ sở có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 1201.

UE 1210 bao gồm bộ xử lý 1211, bộ nhớ 1212 và bộ thu phát 1213. Bộ nhớ 1212 được nối với bộ xử lý 1211, và lưu trữ thông tin khác nhau để điều khiển bộ xử lý 1211. Bộ thu phát 1213 được nối với bộ xử lý 1211, và truyền và/hoặc nhận các tín hiệu vô tuyến. Bộ xử lý 1211 thực hiện các chức năng, các quy trình và/hoặc phương pháp được đề xuất. Theo phương án thực hiện nêu trên, hoạt động của thiết bị người dùng có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 1211.

Bộ xử lý có thể bao gồm mạch tích hợp cho ứng dụng chuyên dụng (ASIC: application-specific integrated circuit), chipset riêng biệt, mạch logic, và/hoặc dữ liệu cục bộ xử lý. Bộ nhớ có thể bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (ROM: read-only memory), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM: random access memory), bộ nhớ flash, thẻ nhớ, phương tiện lưu trữ, và/hoặc các thiết bị lưu trữ tương đương khác. Bộ thu phát có thể bao gồm mạch cơ sở để xử lý tín hiệu không dây. Khi phương án thực hiện được thực hiện trên phần mềm, các phương pháp nêu trên có thể được thực hiện bằng môđun (tức là, quy trình, chức năng, v.v.) để thực hiện các chức năng nêu trên. Môđun có thể được lưu trữ

trong bộ nhớ và có thể được thực hiện bởi bộ xử lý. Bộ nhớ có thể được bố trí bên trong hoặc bên ngoài bộ xử lý, và có thể được ghép nối với bộ xử lý bằng cách sử dụng các phương tiện đã biết khác nhau.

Các phương pháp khác nhau dựa trên giải pháp theo sáng chế được mô tả có tham chiếu đến các hình vẽ và các số chỉ dẫn được đưa ra trên các hình vẽ dựa trên các ví dụ nêu trên. Mặc dù mỗi phương pháp mô tả nhiều bước hoặc khối theo một thứ tự nhất định nhằm thuận tiện cho sự mô tả, sáng chế được bộc lộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ không bị giới hạn ở thứ tự của các bước hoặc khối, và mỗi bước hoặc khối có thể được thực hiện theo thứ tự khác, hoặc có thể được thực hiện một cách đồng thời với các bước hoặc khối khác. Ngoài ra, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể biết rằng sáng chế không bị giới hạn ở mỗi một trong số các bước hoặc khối, và ít nhất một bước khác có thể được bổ sung hoặc xóa bỏ mà không nằm ngoài phạm vi và ý tưởng của sáng chế.

Phương án thực hiện nêu trên bao gồm các ví dụ khác nhau. Cần lưu ý rằng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật biết rằng tất cả các kết hợp có thể có của các ví dụ không thể được mô tả toàn bộ, và cũng biết rằng các kết hợp khác nhau có thể có nguồn gốc từ kỹ thuật của giải pháp theo sáng chế. Do vậy, phạm vi bảo hộ của sáng chế nên được xác định bằng cách kết hợp ví dụ khác nhau đã được mô tả trong phần mô tả chi tiết, mà không nằm ngoài phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để thực hiện truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong truyền thông không dây bằng thiết bị người dùng (UE: user equipment), phương pháp bao gồm các bước:

truyền thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở;

nhận thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở;

nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, thì coi rằng EDT kết thúc thành công;

nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, thì xem rằng EDT kết thúc không thành công; và

đi vào trạng thái RRC_IDLE.

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

định chỉ kênh mang vô tuyến cho EDT trước khi đi vào trạng thái RRC_IDLE.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm:

nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo để thiết lập kết nối RRC,

đi vào trạng thái RRC_CONNECTED; và

truyền thông điệp RRC thứ ba, đến trạm cơ sở.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị người dùng không truyền thông điệp RRC thứ ba đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai, đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công hoặc không thành công.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó thông điệp RRC thứ ba là một trong số thông điệp hoàn thành thiết lập kết nối RRC hoặc thông điệp hoàn thành tiếp tục kết nối RRC.
6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông điệp RRC thứ nhất là một trong số thông điệp yêu cầu dữ liệu sớm RRC, thông điệp yêu cầu kết nối RRC hoặc thông điệp yêu cầu tiếp tục kết nối RRC.
7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông điệp RRC thứ hai là một trong số thông điệp hoàn thành dữ liệu sớm RRC, thông điệp thiết lập kết nối RRC, thông điệp tiếp tục kết nối RRC hoặc thông điệp hủy bỏ kết nối RRC.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm bước:
bắt đầu thủ tục truy nhập ngẫu nhiên cho EDT.
9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó EDT là hoạt động truyền dữ liệu liên kết lên trong thủ tục truy nhập bất kỳ.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thiết bị người dùng là thiết bị người dùng băng thông hẹp internet vạn vật (NB-IoT: Narrow Band Internet of Things).
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông điệp thứ nhất bao gồm dữ liệu liên kết lên cho EDT.
12. Thiết bị người dùng (UE: user equipment) thực hiện truyền dữ liệu sớm (EDT: early data transmission) trong truyền thông không dây, thiết bị người dùng bao gồm:
bộ nhớ;
bộ thu phát; và

bộ xử lý, được nối với bộ nhớ và bộ thu phát, để:

- điều khiển bộ thu phát để truyền thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC: radio resource control) thứ nhất cho EDT, đến trạm cơ sở;
- điều khiển bộ thu phát để thu thông điệp RRC thứ hai đáp ứng với thông điệp RRC thứ nhất, từ trạm cơ sở;
- nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công, thì coi như EDT kết thúc thành công;
- nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT không thành công, thì coi như EDT kết thúc không thành công; và
- đi vào trạng thái RRC_IDLE.

13. Thiết bị người dùng theo điểm 12, trong đó bộ xử lý định chỉ kênh mang vô tuyến cho EDT trước khi đi vào trạng thái RRC_IDLE.

14. Thiết bị người dùng theo điểm 12, trong đó bộ xử lý đi vào trạng thái RRC_CONNECTED và điều khiển bộ thu phát để truyền thông điệp RRC thứ ba đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai bắt đầu thiết lập kết nối RRC.

15. Thiết bị người dùng theo điểm 12, trong đó thiết bị người dùng không truyền thông điệp RRC thứ ba đáp ứng với thông điệp RRC thứ hai, đến trạm cơ sở, nếu thông điệp RRC thứ hai chỉ báo rằng EDT là thành công hoặc không thành công.

FIG. 1

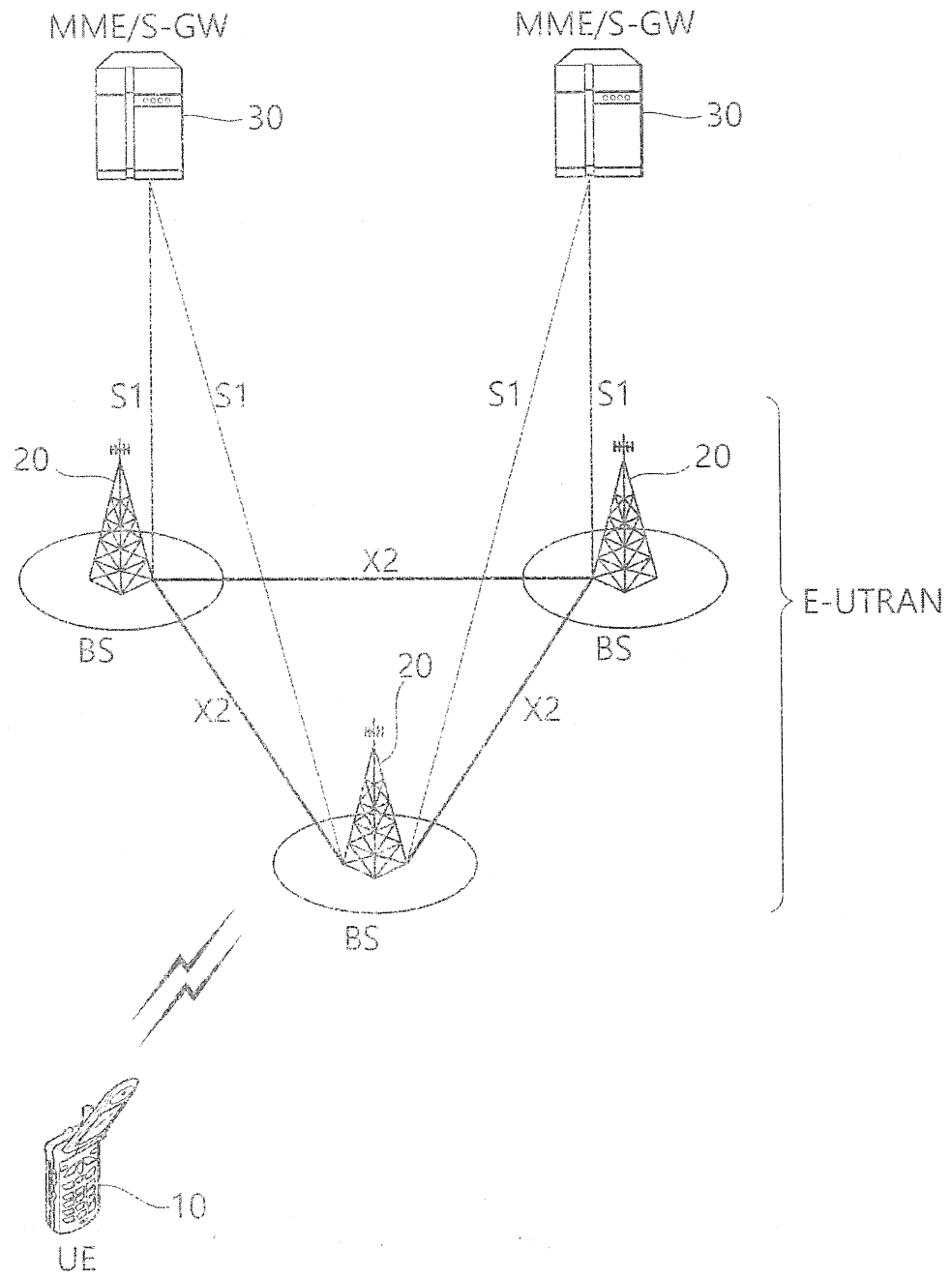


FIG. 2

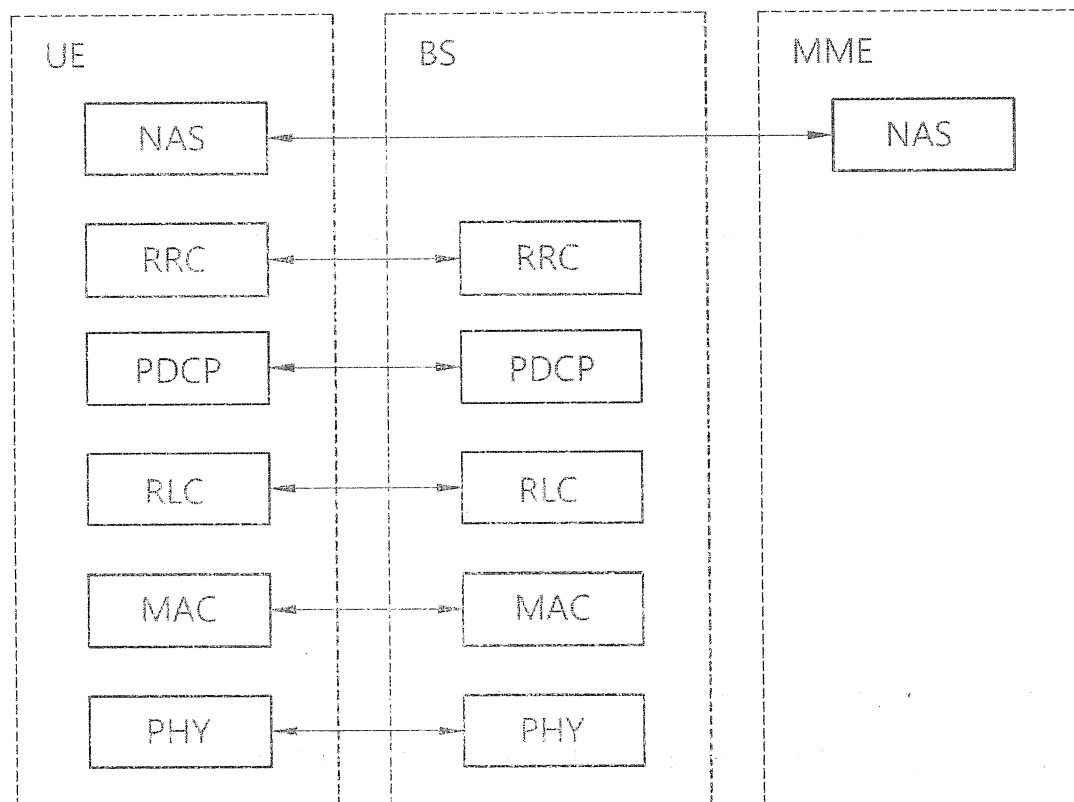


FIG. 3

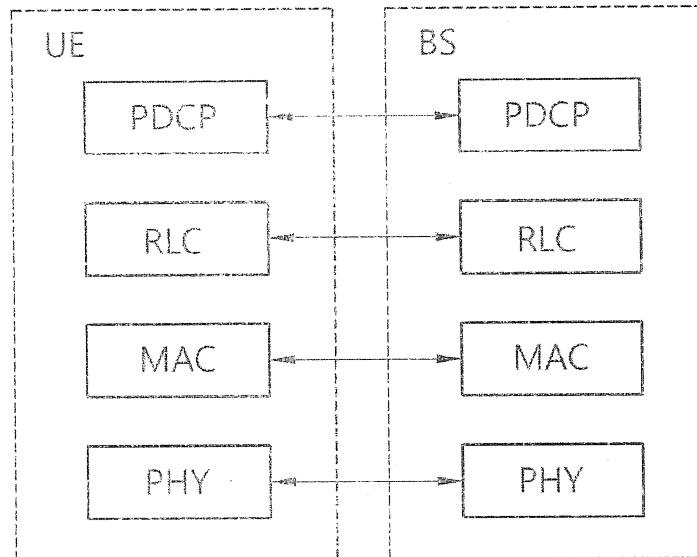


FIG. 4

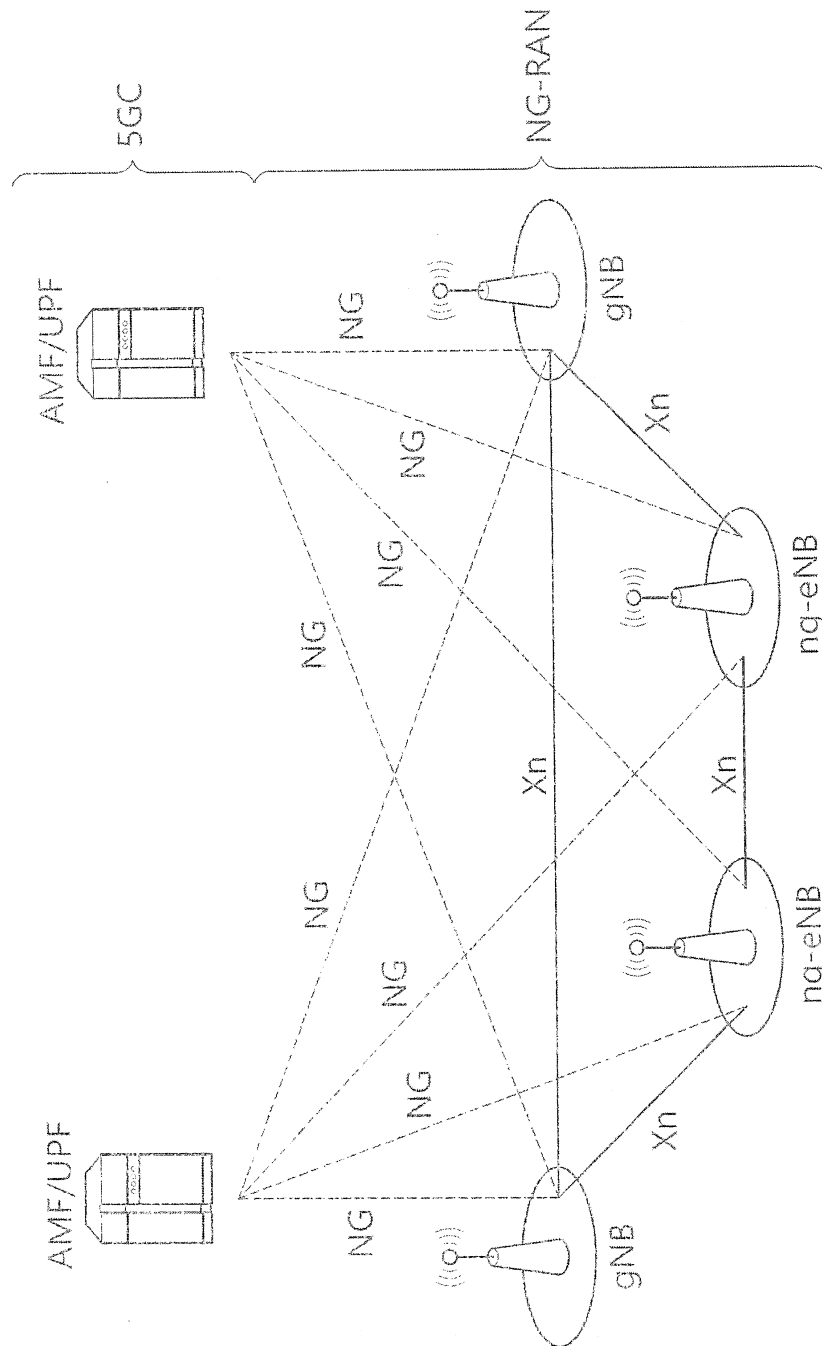


FIG. 5

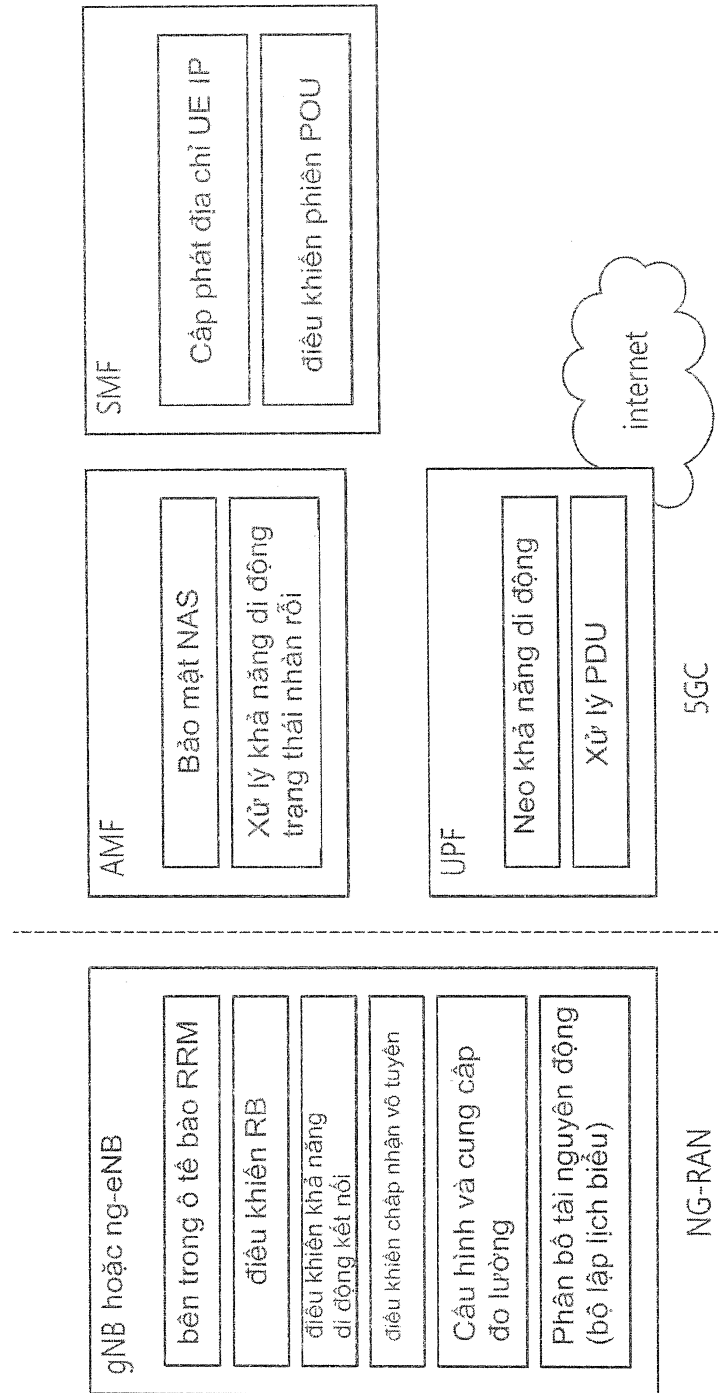


FIG. 6

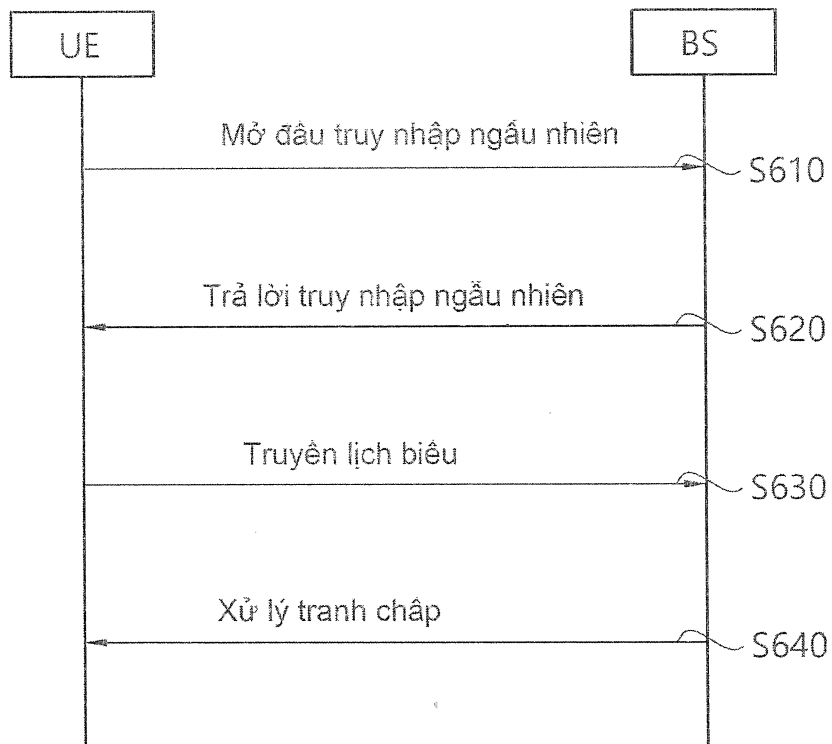


FIG. 7

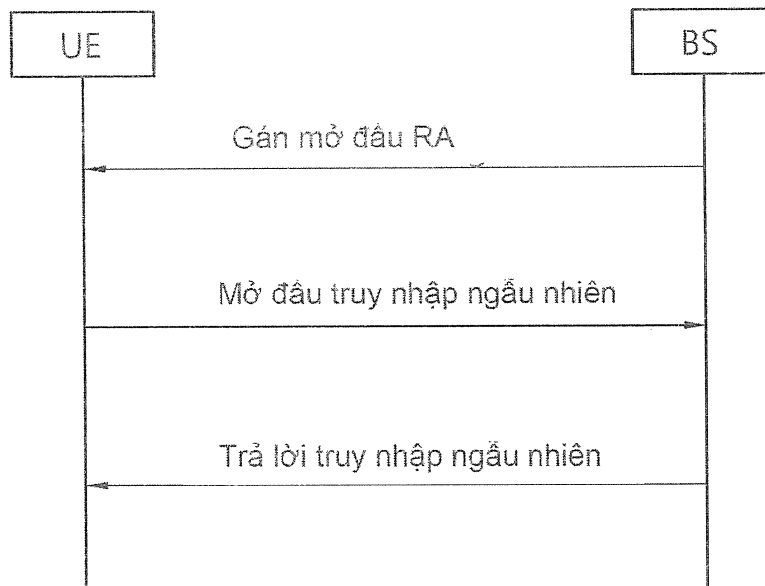


FIG. 8

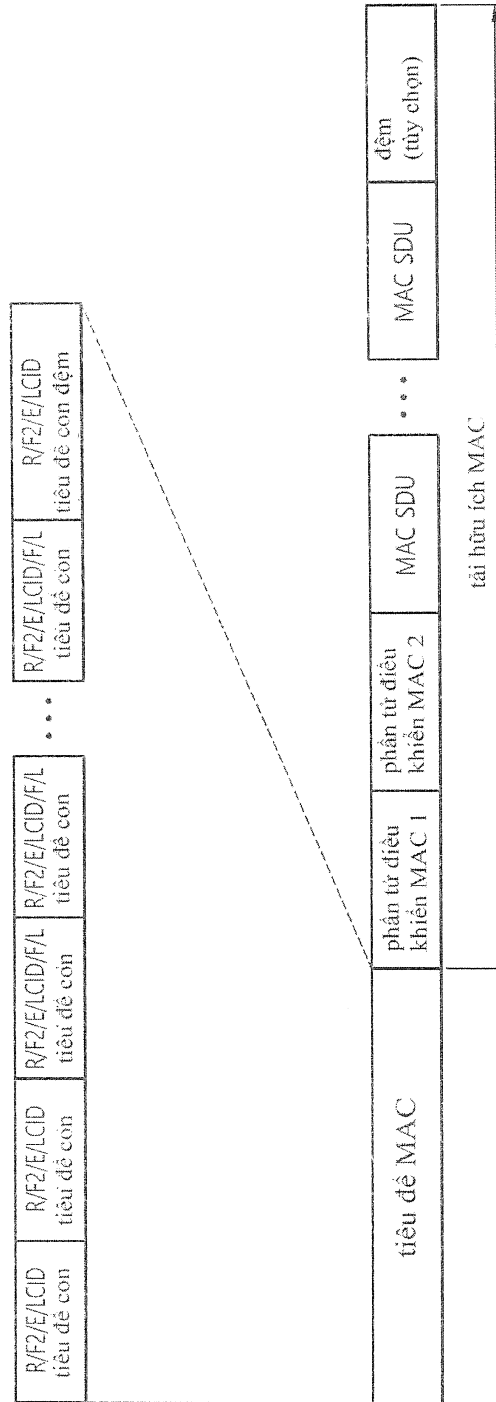


FIG. 9

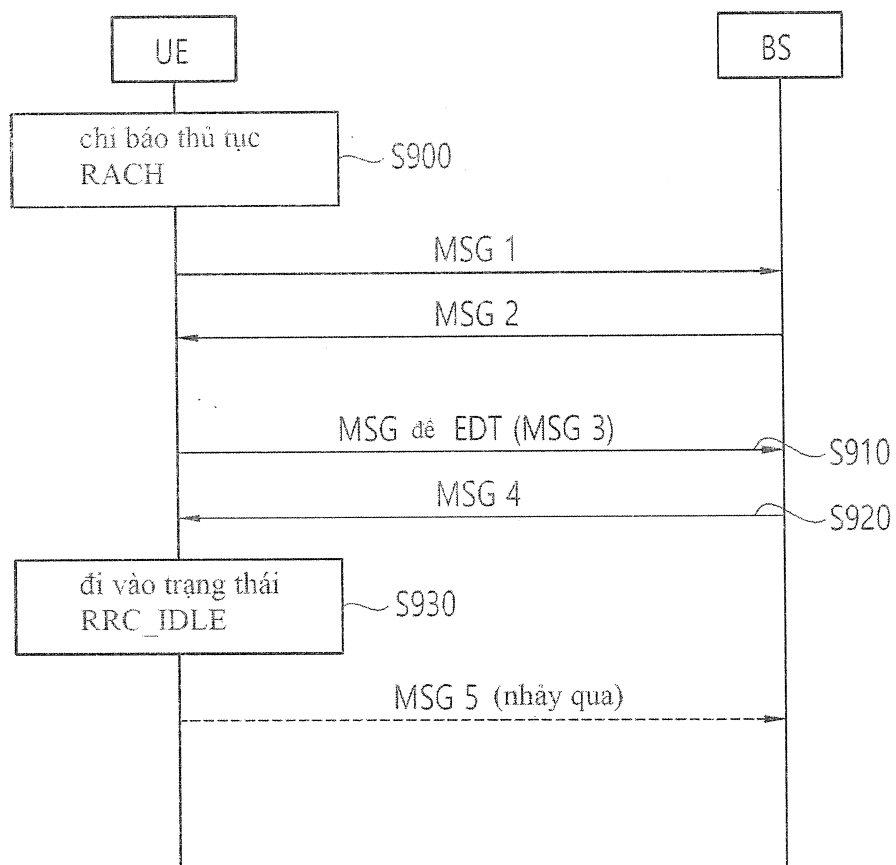


FIG. 10A

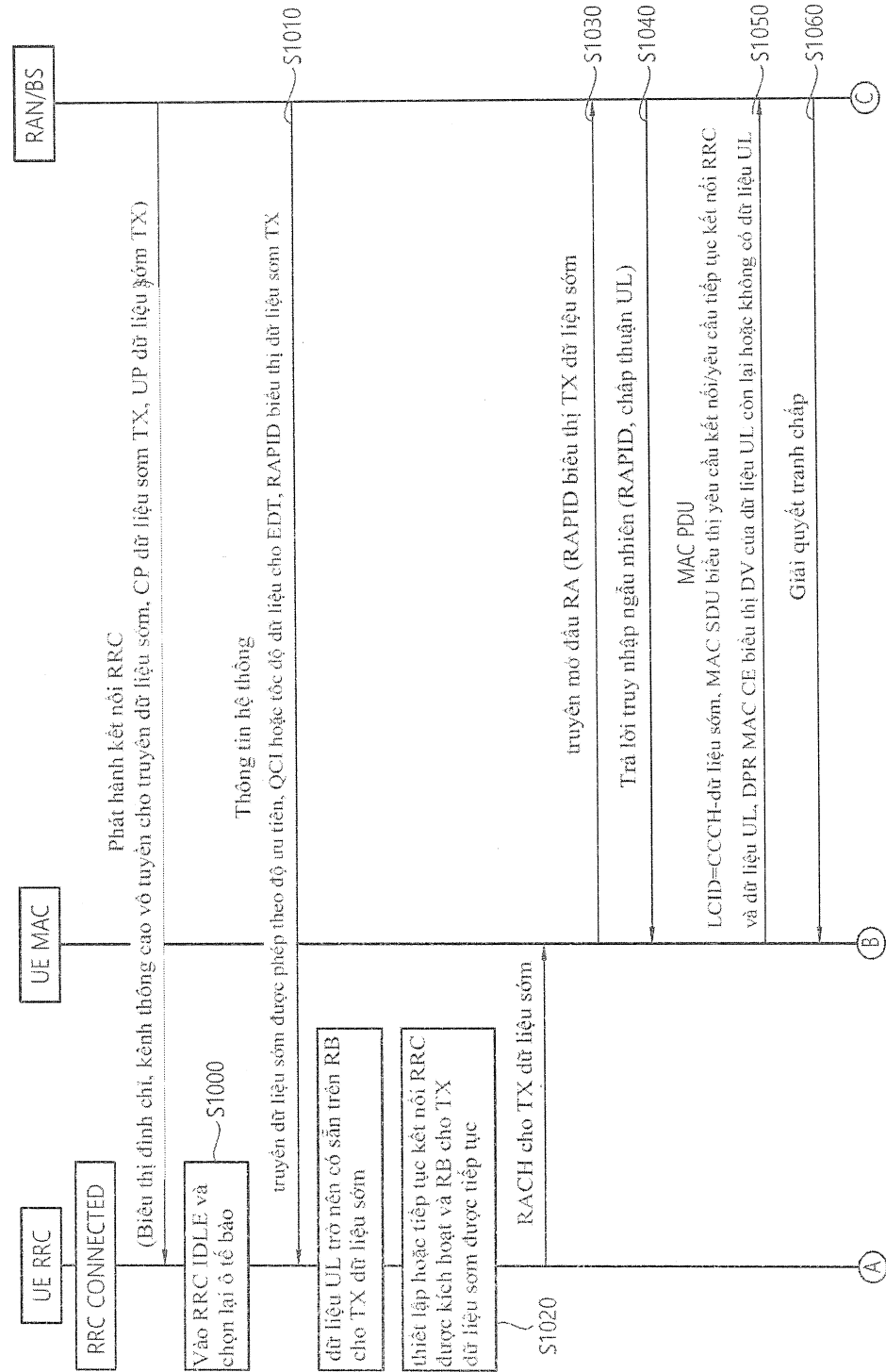


FIG. 10B

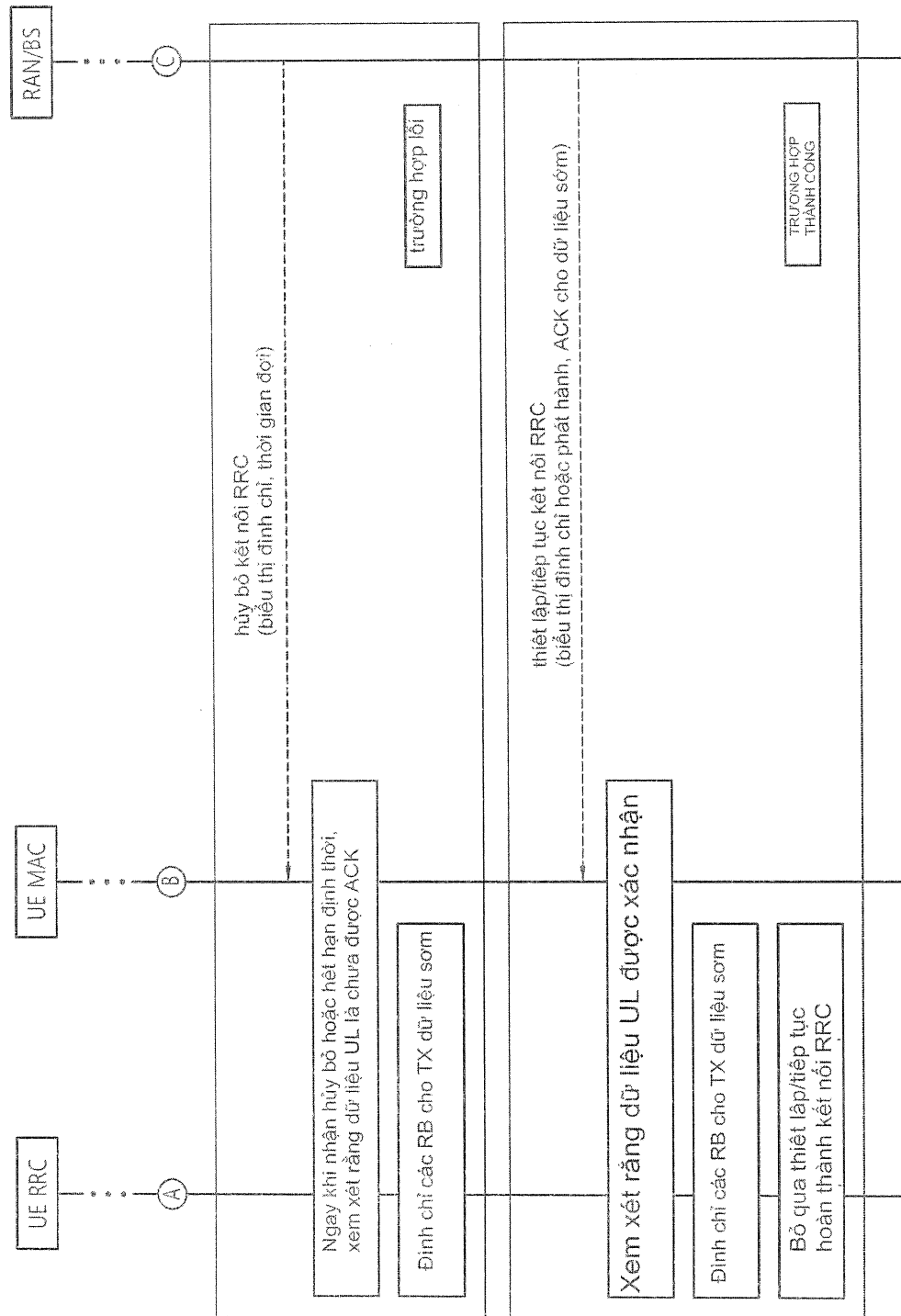


FIG. 11

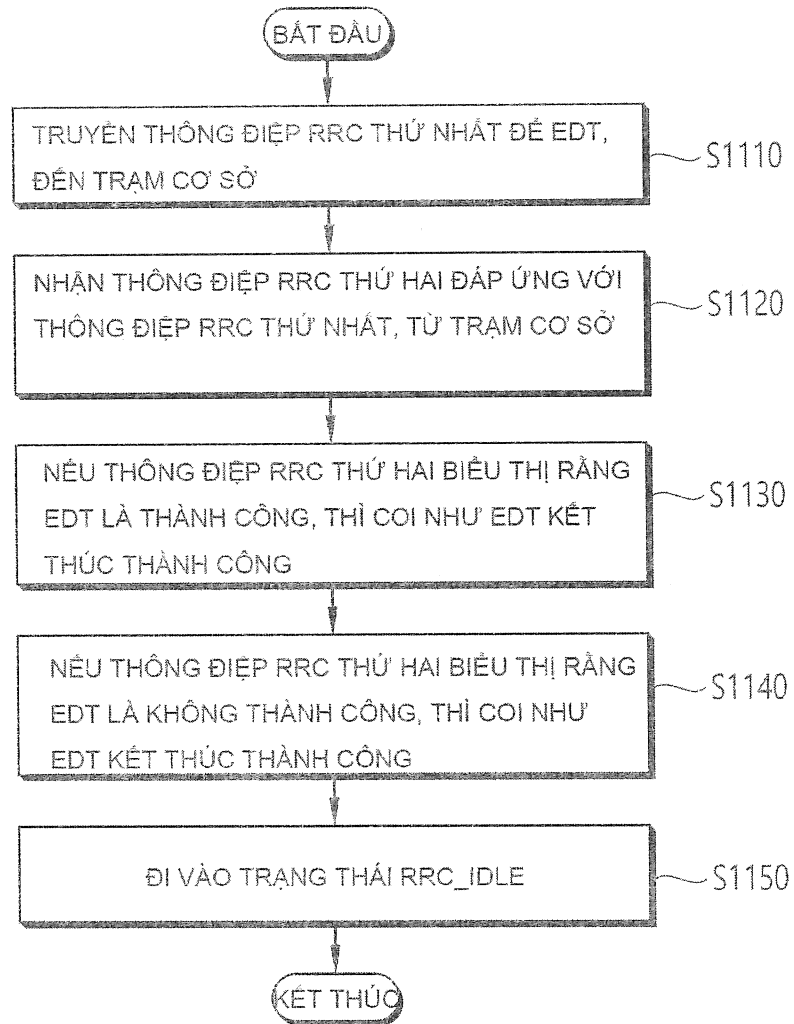


FIG. 12

