



(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)



1-0026533

(51)⁸ H04W 74/08

(13) B

(21) 1-2017-02000

(22) 17/11/2015

(86) PCT/IB2015/058892 17/11/2015

(87) WO/2016/079677 26/05/2016

(30) 62/080,877 17/11/2014 US

(45) 25/12/2020 393

(43) 25/07/2017 352A

(73) TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (SE)

SE-164 83 Stockholm, Sweden

(72) MUKHERJEE, Amitav (IN); CHENG, Jung-Fu (US); FALAHATI, Sorour (SE);

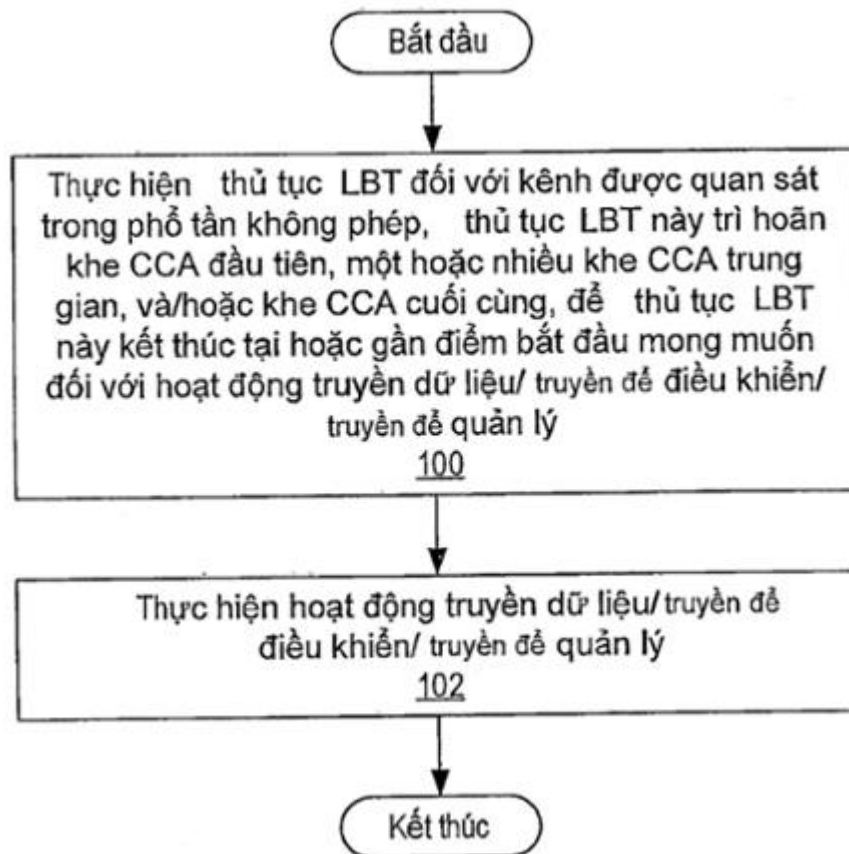
KANG, Du Ho (KR); KOORAPATY, Havish (US); LARSSON, Daniel (SE);

YANG, Yu (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) NÚT CỦA MẠNG TRUYỀN THÔNG TẾ BÀO VÀ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH
NÚT CỦA MẠNG TRUYỀN THÔNG TẾ BÀO

(57) Sáng chế đề xuất các hệ thống và các phương pháp liên quan đến các thủ tục nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) phù hợp cho, ví dụ, hoạt động truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép (License Assisted Access - LAA) vào phổ tần không phép hoặc hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) không phép (Unlicensed) (LTE-U). Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành nút của mạng truyền thông tế bào, trong đó phương pháp này bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát trong phổ tần không phép. Thủ tục LBT này trì hoãn ít nhất một khe CCA (Clear Channel Assessment - đánh giá xem kênh có rảnh không) để thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Ít nhất một khe CCA này bao gồm ít nhất một trong số khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT. Phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện hoạt động truyền trên kênh được quan sát khi hoàn tất thủ tục LBT.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến hoạt động truy cập kênh ở các hệ thống nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT).

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài)

Hệ thống 3GPP (Third Generation Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba) LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) sử dụng kĩ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) trên đường xuống và kĩ thuật OFDM được trải phổ bằng phép biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform - DFT) (còn được gọi là kĩ thuật đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang (Single Carrier Frequency Division Multiple Access - SC FDMA)) trên đường lên. Do đó, tài nguyên vật lý đường xuống LTE cơ bản có thể được coi như một mắt lưới thời gian-tần số như được thể hiện trên Fig.1, trong đó mỗi phần tử tài nguyên tương ứng với một sóng mang phụ OFDM trong một khoảng cách kí hiệu OFDM. Khung con đường lên có khoảng cách giữa các sóng mang phụ giống như trên đường xuống và số lượng kí hiệu SC-FDMA trong miền thời gian giống như các kí hiệu OFDM trên đường xuống.

Trong miền thời gian, thì các đường truyền xuống LTE được tổ chức thành các khung vô tuyến dài 10 mili giây (ms), mỗi khung vô tuyến bao gồm mười khung con có kích thước bằng nhau, với chiều dài $T_{\text{subframe}} = 1 \text{ ms}$, như được thể hiện trên Fig.2. Đối với tiền tố vòng bình thường, thì một khung con bao gồm 14 kí hiệu OFDM. Thời lượng của mỗi kí hiệu là xấp xỉ 71,4 micro giây (μs).

Ngoài ra, việc cấp phát tài nguyên trong hệ thống LTE thường được mô tả về mặt các khối tài nguyên, trong đó một khối tài nguyên tương ứng với một khe (0,5 ms) trong miền thời gian và 12 sóng mang phụ liền nhau trong miền tần số. Một cặp gồm hai khối tài nguyên liền kề theo chiều thời gian (1,0 ms) được gọi là một cặp khối tài nguyên. Các khối tài nguyên được đánh số trong miền tần số, bắt đầu bằng 0 từ một đầu của băng thông hệ thống.

Các đường truyền xuống được lập lịch động, tức là trạm gốc truyền thông tin điều khiển trong mỗi khung con về việc dữ liệu nào của thiết bị đầu cuối là được truyền đến và dữ liệu đó được truyền lên các khối tài nguyên nào trong khung con hiện tại. Báo hiệu điều khiển này thường được truyền trong 1, 2, 3, hoặc 4 kí hiệu OFDM đầu tiên trong mỗi khung con, và con số $n = 1, 2, 3$, hoặc 4 được gọi là bộ chỉ thị định dạng điều khiển (Control Format Indicator - CFI). Khung con đường xuống cũng chứa các kí hiệu tham chiếu chung, mà bộ thu đã biết và được dùng để giải điều chế kết hợp đối với, ví dụ, thông tin điều khiển. Fig.3 thể hiện hệ thống đường xuống với CFI = 3 kí hiệu OFDM để điều khiển. Các kí hiệu tham chiếu được thể hiện trên Fig.3 là các kí hiệu tham chiếu cụ thể theo tế bào (Cell Specific Reference - CRS) và được dùng để hỗ trợ nhiều chức năng, bao gồm chức năng đồng bộ chính xác thời gian và tần số, và chức năng ước lượng kênh đối với các chế độ truyền nhất định.

Kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel - PDCCH) và PDCCH tăng cường (Enhanced PDCCH - EPDCCH)

Từ phiên bản LTE Release 11 (Rel-11) trở đi, thì những hoạt động ấn định tài nguyên nêu trên cũng có thể được lập lịch trên kênh điều khiển đường xuống vật lý tăng cường (Enhanced Physical Downlink Control Channel - EPDCCH). Đối với phiên bản 8 (Rel-8) đến phiên bản 10 (Rel-10),

thì chỉ có kênh điều khiển đường xuống vật lý (Physical Downlink Control Channel - PDCCH) là khả dụng.

PDCCH/EPDCCH được dùng để mang thông tin điều khiển đường xuống (Downlink Control Information - DCI) chẳng hạn những quyết định lập lịch và các lệnh điều khiển công suất. Cụ thể hơn, DCI này bao gồm:

- những ấn định lập lịch đường xuống, bao gồm chỉ thị tài nguyên kênh dùng chung đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel - PDSCH), định dạng vận chuyển, thông tin về yêu cầu lặp tự động (Automatic Repeat Request - ARQ) lại, và thông tin điều khiển liên quan đến việc ghép kênh không gian (nếu áp dụng được). Một sự ấn định lập lịch đường xuống cũng bao gồm lệnh để điều khiển công suất của kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel - PUCCH) mà được dùng để truyền các báo nhận ARQ lại đáp lại những ấn định lập lịch đường xuống;
- những sự cấp phép lập lịch đường lên, bao gồm chỉ thị tài nguyên kênh dùng chung đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel - PUSCH), định dạng vận chuyển, và thông tin liên quan đến ARQ lại. Một sự cấp phép lập lịch đường lên cũng bao gồm lệnh để điều khiển công suất của PUSCH; và
- các lệnh điều khiển công suất cho tập hợp các thiết bị đầu cuối dưới dạng phần bù cho các lệnh được bao gồm trong những ấn định/cấp phép lập lịch.

Một PDCCH/EPDCCH mang một thông điệp DCI mà có chứa một trong số các nhóm thông tin được liệt kê trên đây. Do nhiều thiết bị đầu cuối có thể được lập lịch đồng thời, và mỗi thiết bị đầu cuối có thể được lập lịch đồng thời trên cả đường xuống và đường lên, nên chắc chắn là phải có khả năng truyền nhiều thông điệp lập lịch trong mỗi khung con. Mỗi thông điệp lập lịch được truyền trên các tài nguyên PDCCH/EPDCCH tách biệt, do đó, thường có nhiều hoạt động truyền PDCCH/EPDCCH đồng thời trong mỗi

khung con trong mỗi tế bào. Ngoài ra, để hỗ trợ các điều kiện kênh vô tuyến khác nhau, thì kỹ thuật thích ứng liên kết có thể được sử dụng, trong đó tốc độ mã của PDCCH/EPDCCH được chọn bằng cách làm thích ứng mức sử dụng tài nguyên đối với PDCCH/EPDCCH, để khớp với các điều kiện kênh vô tuyến đó.

Sự kết tập sóng mang (Carrier Aggregation - CA)

Tiêu chuẩn LTE Rel-10 hỗ trợ các băng thông lớn hơn 20 MHz. Một yêu cầu quan trọng đối với LTE Rel-10 là phải bảo đảm khả năng tương thích ngược với LTE Rel-8. Điều này cũng bao gồm khả năng tương thích phổ. Điều đó có nghĩa là một sóng mang LTE Rel-10, rộng hơn 20 MHz, sẽ xuất hiện dưới dạng một số sóng mang LTE đối với thiết bị đầu cuối LTE Rel-8. Mỗi sóng mang đó có thể được gọi là một sóng mang thành phần (Component Carrier - CC). Cụ thể là, đối với việc triển khai LTE Rel-10 giai đoạn đầu, thì có thể dự tính rằng sẽ có ít thiết bị đầu cuối mà có khả năng LTE Rel-10 hơn so với nhiều thiết bị đầu cuối LTE legacy (kế thừa). Do đó, cũng cần phải bảo đảm việc sử dụng hiệu quả đối với sóng mang rộng cho các thiết bị đầu cuối legacy, tức là, có thể thực hiện các sóng mang mà trong đó các thiết bị đầu cuối legacy có thể được lập lịch trong tất cả các bộ phận của sóng mang LTE Rel-10 băng rộng. Một cách đơn giản để thực hiện việc này là kết tập sóng mang (Carrier Aggregation - CA). CA có nghĩa là thiết bị đầu cuối LTE Rel-10 có thể nhận nhiều CC, trong đó mỗi CC có, hay ít nhất là có thể có, cấu trúc giống như sóng mang Rel-8. CA được thể hiện trên Fig.4. Thiết bị người dùng (User Equipment - UE) mà có khả năng CA sẽ được ấn định vào tế bào sơ cấp (Primary Cell - PCell), vốn luôn được bật, và một hoặc nhiều tế bào thứ cấp (Secondary Cell - SCell), mà có thể được bật hoặc tắt một cách linh động.

Số lượng CC được kết tập và băng thông của các CC riêng lẻ có thể là khác nhau đối với đường lên và đường xuống. Cấu hình đối xứng là trường

hợp mà số lượng CC trên đường xuống và đường lên là giống nhau, còn cấu hình bất đối xứng là trường hợp mà số lượng CC đó là khác nhau. Lưu ý quan trọng là số lượng CC được tạo cấu hình trong tế bào có thể khác với số lượng CC mà thiết bị đầu cuối nhìn thấy. Một thiết bị đầu cuối có thể, ví dụ, hỗ trợ nhiều CC đường xuống hơn so với CC đường lên, mặc dù tế bào được tạo cấu hình với số lượng CC đường lên và CC đường xuống giống nhau.

Ngoài ra, đặc điểm chủ chốt của CA là khả năng thực hiện hoạt động lập lịch sóng mang chéo. Cơ chế này cho phép (E)PDCCH trên CC này lập lịch các hoạt động truyền dữ liệu trên CC khác bằng trường chỉ thị sóng mang (Carrier Indicator Field - CIF) 3-bit được chèn vào tại đầu các thông điệp (E)PDCCH. Đối với các hoạt động truyền dữ liệu trên CC cụ thể, thì UE dự tính là nhận được các thông điệp lập lịch trên (E)PDCCH trên chỉ một CC - hoặc là vẫn CC đó, hoặc là CC khác, thông qua hoạt động lập lịch sóng mang chéo. Hoạt động ánh xạ này từ (E)PDCCH sang PDSCH cũng được tạo cấu hình theo cách bán tĩnh.

Mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network - WLAN)

Khi triển khai thông thường đối với mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network - WLAN), thì kỹ thuật đa truy cập cảm nhận sóng mang với khả năng tránh xung đột (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - CSMA/CA) được dùng để truy cập môi trường. Điều này có nghĩa là kênh sẽ được cảm nhận để thực hiện việc đánh giá xem kênh có rảnh không (Clear Channel Assessment - CCA), và hoạt động truyền chỉ được khởi tạo nếu kênh được tuyên bố là rảnh (Idle). Trong trường hợp kênh được tuyên bố là bận (Busy), thì hoạt động truyền sẽ được trì hoãn cho đến khi kênh được cho là đã rảnh. Khi phạm vi của một số điểm truy cập (Access Point - AP) WLAN, mà sử dụng cùng tần số, là chồng lên nhau, thì điều này có nghĩa là tất cả các hoạt động truyền liên quan đến một AP có thể được trì hoãn trong trường hợp có thể phát hiện thấy hoạt động truyền trên cùng tần

số đó tới hoặc từ AP khác mà nằm trong phạm vi đó. Về mặt hiệu quả, điều này có nghĩa là nếu một số AP nằm trong phạm vi đó, thì chúng sẽ phải dùng chung kênh đó theo thời gian, và thông lượng đối với các AP riêng lẻ có thể bị giảm nặng.

Cấu trúc tổng quát của cơ chế nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) được thể hiện trên Fig.5. Sau khi trạm Wi-Fi A truyền khung dữ liệu đến trạm B, thì trạm B sẽ truyền khung báo nhận (ACK) trở lại trạm A với một khoảng thời gian trễ là $16\ \mu\text{s}$, trong đó thời lượng này được gọi là khoảng thời gian ngắn giữa các khung (Short Inter-Frame Space - SIFS). Khung ACK đó được trạm B truyền mà không thực hiện hoạt động LBT. Để ngăn không cho trạm khác gây nhiễu với hoạt động truyền khung ACK đó, thì mỗi trạm sẽ trì hoãn trong một khoảng thời gian là $34\ \mu\text{s}$ (được gọi là khoảng thời gian phân tán giữa các khung (Distributed Inter-Frame Space - DIFS)) sau khi kênh được quan sát thấy là bị chiếm, trước khi đánh giá lại xem kênh đó có bị chiếm hay không.

Do đó, trạm nào mà muốn truyền thì trước hết sẽ thực hiện hoạt động CCA bằng cách cảm nhận môi trường trong một DIFS có thời lượng cố định. Nếu môi trường đó là rảnh, thì trạm đó cho rằng nó có thể chiếm lấy môi trường đó và bắt đầu trình tự trao đổi khung. Nếu môi trường đó bận, thì trạm đó chờ cho môi trường đó trở nên rảnh, trì hoãn trong một khoảng DIFS, và chờ chu kỳ rút lui ngẫu nhiên khác. Ngoài ra, để ngăn không cho một trạm liên tục chiếm giữ kênh, và từ đó ngăn không cho các trạm khác truy cập kênh đó, thì trạm nào mà muốn truyền lại sau khi đã truyền xong sẽ phải thực hiện việc rút lui ngẫu nhiên.

Hàm phối hợp điểm (Point Coordination Function - PCF) trong không gian giữa các khung (PCF Inter-Frame Space - PIFS) được dùng để chiếm quyền truy cập ưu tiên đến môi trường, và ngắn hơn so với thời lượng DIFS. Trong số các trường hợp khác, nó có thể được sử dụng bởi các trạm đang hoạt động dưới PCF, để truyền các khung báo hiệu với độ ưu tiên. Tại điểm

bắt đầu danh định của mỗi khoảng thời gian không cạnh tranh (Contention Free Period - CFP), thì bộ phối hợp điểm (Point Coordinator - PC) sẽ cảm nhận môi trường. Khi môi trường được xác định là rảnh trong một khoảng thời gian PIFS (thường là 25 μ s), thì PC sẽ truyền khung báo hiệu có chứa phần tử tập thông số không cạnh tranh (Contention Free - CF) và phần tử thông điệp chỉ thị lưu lượng phân phối.

CCA dựa trên phụ tải theo quy định của châu Âu (Europe Regulation) EN 301.893

Đối với thiết bị không dùng giao thức Wi-Fi, thì tài liệu của viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu (European Telecommunications Standards Institute - ETSI) có tên là “Broadband Radio Access Networks (BRAN); 5GHz high performance RLAN; Harmonized EN Covering the essential requirement of article 3.2 of the R&TTE Directive,” EN 301.893, phiên bản 1.7.1, Tháng Sáu năm 2012 (ở đây được gọi là “EN 301.893”), cung cấp các yêu cầu và tình trạng tối thiểu như sau để đánh giá xem kênh có rảnh không, dựa trên phụ tải.

1. Trước khi truyền hoặc một loạt truyền trên kênh hoạt động, thì thiết bị sẽ thực hiện việc kiểm tra CCA bằng phương pháp "dò năng lượng". Thiết bị sẽ quan sát (các) kênh hoạt động trong một khoảng thời gian bằng với khoảng thời gian quan sát CCA vốn sẽ không nhỏ hơn 20 μ s. Khoảng thời gian quan sát CCA của thiết bị sẽ được nhà sản xuất thông báo. Kênh hoạt động sẽ được coi là bị chiếm nếu mức năng lượng ở kênh đó vượt quá ngưỡng tương ứng với mức năng lượng được nêu ở điểm 5 dưới đây. Nếu thiết bị thấy kênh đó rảnh, thì nó có thể truyền ngay (xem điểm 3 dưới đây).
2. Nếu thiết bị thấy kênh hoạt động bị chiếm, thì nó sẽ không truyền trong kênh đó. Thiết bị đó sẽ thực hiện hoạt động kiểm

tra CCA được kéo dài mà trong đó kênh hoạt động đó được quan sát trong một khoảng thời gian bằng hệ số ngẫu nhiên N nhân với khoảng thời gian quan sát CCA. N xác định số lượng khe rãnh trong tổng khoảng thời gian rãnh mà cần phải được quan sát trước khi khởi tạo hoạt động truyền. Giá trị của N sẽ được chọn ngẫu nhiên trong khoảng $1 \dots q$ mỗi lần cần thực hiện hoạt động CCA được kéo dài, và giá trị này được lưu ở bộ đếm. Giá trị của q được nhà sản xuất chọn trong khoảng $4 \dots 32$. Giá trị được chọn này sẽ được nhà sản xuất thông báo (xem điều 5.3.1 q của tài liệu EN 301.893, v. 1.7.1). Bộ đếm sẽ được giảm mỗi lần khe CCA được coi là "không bị chiếm". Khi bộ đếm này đạt tới không, thì thiết bị có thể truyền.

Ghi chú 1: Thiết bị được phép tiếp tục các hoạt động truyền báo hiệu điều khiển ngán trên kênh này, miễn là nó tuân theo các yêu cầu ở điều 4.9.2.3 của tài liệu EN 301.893, v. 1.7.1.

Ghi chú 2: Đối với thiết bị có các hoạt động truyền đồng thời trên nhiều kênh hoạt động (liền kề hoặc không liền kề), thì thiết bị đó được phép tiếp tục các hoạt động truyền trên các kênh hoạt động khác, miễn là việc kiểm tra CCA không phát hiện thấy tín hiệu nào trên các kênh đó.

3. Tổng thời gian mà thiết bị sử dụng kênh hoạt động là khoảng thời gian chiếm kênh tối đa mà sẽ nhỏ hơn $(13/32) \times q$ ms, với q như được xác định ở điểm 2 trên đây, mà sau đó thiết bị sẽ thực hiện hoạt động CCA được kéo dài, như đã mô tả ở điểm 2 nêu trên.
4. Khi nhận đúng gói được dự định cho thiết bị đó, thì thiết bị đó có thể bỏ qua việc CCA và ngay lập tức truyền các khung quản lý và điều khiển (ví dụ, các khung ACK và Block ACK) (xem ghi chú 3). Trình tự của các hoạt động truyền liên nhau của thiết

bị, khi thiết bị không thực hiện hoạt động CCA mới, sẽ không vượt quá khoảng thời gian chiếm kênh tối đa như được xác định ở điểm 3 nêu trên.

Ghi chú 3: Nhằm mục đích truyền đa điểm, thì các hoạt động truyền ACK (liên quan đến cùng một gói dữ liệu) của các thiết bị riêng lẻ là được phép diễn ra theo trình tự.

5. Ngưỡng dò năng lượng đối với CCA sẽ tỉ lệ thuận với công suất truyền tối đa (PH) của bộ phát: đối với bộ phát có công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (equivalent isotropically radiated power - e.i.r.p.) là 23 dBm, thì mức ngưỡng (Threshold Level - TL) CCA sẽ bằng hoặc thấp hơn -73 dBm/MHz tại đầu vào bộ thu (giả sử ăng ten thu 0 dBi). Đối với các mức công suất truyền khác, thì CCA TL sẽ được tính bằng công thức: $TL = -73 \text{ dBm/MHz} + 23 - PH$ (giả sử ăng ten thu 0 dBi và PH được xác định theo dBm e.i.r.p.).

Một ví dụ về EN 301.893 được thể hiện trên Fig.6.

Truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép (Licensed Assisted Access - LAA) vào phổ tần không phép nhờ sử dụng LTE

Cho đến nay, phổ tần được LTE sử dụng là được dành riêng cho LTE. Điều này có ưu điểm là hệ thống LTE không cần phải cùng tồn tại với các công nghệ truy cập vô tuyến phi 3GPP khác trong cùng phổ tần, và hiệu quả phổ có thể được tối đa hoá. Tuy nhiên, phổ tần được cấp phát cho LTE là bị giới hạn, do đó, không thể đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng về thông lượng lớn hơn từ các ứng dụng/các dịch vụ. Do đó, mục nghiên cứu mới đã được khởi xướng trong 3GPP để mở rộng LTE để khai thác phổ tần không phép, ngoài phổ tần có phép ra.

Với kỹ thuật truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép (Licensed Assisted Access - LAA) vào phổ tần không phép, như được thể hiện trên

Fig.7, thì UE sẽ được kết nối với PCell trong băng tần có phép và một hoặc nhiều SCell trong băng tần không phép. Theo sáng chế, SCell trong phổ tần không phép được biểu thị là tế bào thứ cấp LAA (LAA SCell). LAA SCell có thể hoạt động trong chế độ chỉ đường xuống hoặc hoạt động với cả lưu lượng đường lên và lưu lượng đường xuống. Ngoài ra, trong các tình huống tương lai, thì các nút LTE có thể hoạt động trong chế độ độc lập trong các kênh được miễn phép mà không cần sự trợ giúp từ tế bào có phép. Theo định nghĩa, thì phổ tần không phép có thể được sử dụng đồng thời bởi nhiều công nghệ khác nhau. Do đó, LAA như đã nêu trên cần phải tính đến sự cùng tồn tại với các hệ thống khác, chẳng hạn hệ thống IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers - viện kỹ thuật điện và điện tử) 802.11 (tức là hệ thống Wi-Fi).

Để cùng tồn tại công bằng với hệ thống Wi-Fi, thì hoạt động truyền trên SCell phải tuân theo các giao thức LBT để tránh xung đột và gây nhiễu nghiêm trọng đến các hoạt động truyền đang diễn ra. Điều này bao gồm cả việc thực hiện hoạt động LBT trước khi bắt đầu các hoạt động truyền, lẫn việc giới hạn thời lượng tối đa của loạt truyền đơn. Thời lượng tối đa của loạt truyền được quy định theo từng quốc gia và vùng miền cụ thể, ví dụ, là 4 ms ở Nhật, và 13 ms theo tài liệu EN 301.893. Một ví dụ về LAA đến phổ tần không phép bằng LTE CA và LBT, để bảo đảm sự cùng tồn tại hoà hợp với các công nghệ băng tần không phép khác, được thể hiện trên Fig.8, với các ví dụ khác nhau về việc thời lượng của một loạt truyền trên LAA SCell bị giới hạn bởi thời lượng truyền tối đa được phép là 4 ms.

Hiện nay không có đặc tả LBT nào cho LTE vì cho đến nay nó đã hoạt động chuyên biệt trong phổ tần có phép. Việc tái sử dụng thủ tục LBT hiện có cho thiết bị dựa trên phụ tải theo tài liệu EN 301.893 sẽ dẫn đến việc LAA chiếm phần lớn những cơ hội truy cập kênh và làm cho các thiết bị Wi-Fi thiếu cơ hội, do không có những khoảng thời gian trì hoãn, các thời lượng CCA ngắn hơn so với DIFS/PIFS, và một số sự khác biệt khác so với thủ tục

cạnh tranh kênh Wi-Fi CSMA/CA. Ngoài ra, cũng không khả thi về mặt kỹ thuật để LAA LTE tái sử dụng một cách chính xác giao thức Wi-Fi CSMA/CA hiện có. Do đó, cần phải có các thủ tục LBT cho LTE trong ngữ cảnh LAA.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất các hệ thống và các phương pháp liên quan đến các thủ tục nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) phù hợp cho, ví dụ, hoạt động truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép (License Assisted Access - LAA) vào phổ tần không phép hoặc hệ thống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) không phép (Unlicensed) (LTE-U). Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương pháp vận hành nút của mạng truyền thông tế bào, trong đó phương pháp này bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát trong phổ tần không phép. Thủ tục LBT này trì hoãn ít nhất một khe CCA (Clear Channel Assessment - đánh giá xem kênh có rảnh không) để thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Ít nhất một khe CCA này bao gồm ít nhất một trong số khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT. Phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện hoạt động truyền trên kênh được quan sát khi hoàn tất thủ tục LBT. Theo cách này, ngoài các yếu tố khác, thì thời lượng của các tín hiệu dành trước bất kỳ có thể được giảm bớt hoặc được giảm thiểu, và hoạt động truyền các khung con hoàn chỉnh hoặc gần như hoàn chỉnh có thể được tạo thuận lợi, ít nhất là theo một số phương án.

Theo một số phương án, bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước, đối với mỗi khe CCA trong số ít nhất một khe CCA được trì hoãn bởi thủ tục LBT này, trì hoãn khe CCA đó đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo trong số các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn. Theo một số phương án, các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn nêu trên là được định trước so với

các biên khung con. Theo các phương án khác, các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn đó nằm tại hoặc gần các biên khung con. Theo các phương án khác, các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn đó là các biên khung con. Theo các phương án khác, các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn là một lượng định trước các chu kỳ ký hiệu trước các biên khung con. Theo các phương án khác, các điểm bắt đầu khe CCA mong muốn là một lượng định trước các chu kỳ ký hiệu sau các biên khung con.

Theo một số phương án, bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước, đối với mỗi khe CCA trong số ít nhất một khe CCA được trì hoãn bởi thủ tục LBT này, trì hoãn khe CCA đó đến thời điểm định trước so với biên khung con sau đó (ví dụ, tiếp theo).

Theo một số phương án, ít nhất một khe CCA nêu trên bao gồm khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT. Theo các phương án khác, ít nhất một khe CCA nêu trên bao gồm một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT. Theo các phương án khác, ít nhất một khe CCA nêu trên bao gồm khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT.

Theo một số phương án, hoạt động truyền nêu trên là hoạt động truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N), quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên mà có thời lượng CCA ban đầu (T_0), trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo khi xác định được rằng kênh được quan sát đang bận trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên, và quan sát kênh được quan sát đó trong khoảng thời gian của khe CCA tiếp theo mà có thời lượng CCA ban đầu (T_0) bắt đầu tại điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo. Ngoài ra, theo một số phương án, bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên, thì quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung mà có thời lượng CCA (T_1) khác với thời lượng CCA ban đầu (T_0), và trì hoãn khe CCA tiếp theo

đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung đó.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N) và thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui (N) bằng 1. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, khi bộ đếm rút lui (N) đạt tới giá trị bằng 1, thì đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA cuối cùng của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài đó, và kéo theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với quá trình truyền dữ liệu. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, nếu quyết định là trì hoãn khe CCA cuối cùng đó, thì trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA cuối cùng đó đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N) và thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui (N) bằng 2. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, khi bộ đếm rút lui (N) đạt tới giá trị bằng 2, thì quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng CCA được kéo dài (T_3). Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng CCA được kéo dài (T_3), thì trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N) và thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui (N) bằng 2. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, khi bộ đếm rút lui (N) đạt tới giá trị bằng 2, thì đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài đó, và kéo theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn

đối với quá trình truyền dữ liệu. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, nếu quyết định là trì hoãn khe CCA tiếp theo đó, thì trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA tiếp theo đó đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo. Ngoài ra, theo một số phương án, bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước, nếu quyết định là không trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng CCA được kéo dài (T_3), và khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng CCA được kéo dài (T_3) này, thì lặp lại bước đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài đó, kéo theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với quá trình truyền dữ liệu.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên mà có thời lượng CCA ban đầu (T_0), đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không, để cho thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung, và trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo nếu quyết định là trì hoãn khe CCA tiếp theo đó.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA đầu tiên hay không, để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý đó, và nếu quyết định là trì hoãn khe CCA đầu tiên đó, thì trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA đầu tiên đó đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo. Ngoài ra, theo một

số phương án, bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N), quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên, và thực hiện thủ tục CCA được kéo dài, cho đến khi bộ đếm rút lui (N) này bằng 0, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên đó.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N), quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên mà có thời lượng CCA ban đầu (T_0), và đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không, để cho thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo nếu quyết định được đưa ra là trì hoãn khe CCA tiếp theo đó, và thực hiện thủ tục CCA được kéo dài, cho đến khi bộ đếm rút lui (N) bằng 0, cho dù quyết định được đưa ra có phải là trì hoãn khe CCA tiếp theo đó hay không.

Theo một số phương án, hoạt động truyền là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui (N) và đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA đầu tiên hay không, để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý đó. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm bước trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA đầu tiên đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo nếu quyết định được đưa ra là trì hoãn khe CCA đầu tiên đó và quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên mà có thời lượng CCA ban đầu (T_0), cho dù quyết định được đưa ra có phải là trì hoãn khe CCA đầu tiên hay không. Bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm

bước, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đầu tiên, thì thực hiện thủ tục CCA được kéo dài, cho đến khi bộ đếm rút lui (N) bằng 0. Bước thực hiện thủ tục CCA được kéo dài bao gồm bước quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung mà có thời lượng CCA (T_1) khác với thời lượng CCA ban đầu (T_0), đưa ra quyết định xem có trì hoãn khe CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài đó, kéo theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với quá trình truyền dữ liệu, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA bổ sung đó, và trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu khe CCA mong muốn tiếp theo nếu quyết định được đưa ra là trì hoãn khe CCA tiếp theo đó.

Theo một số phương án, nút nêu trên hỗ trợ truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước, đối với mỗi sóng mang trong số các sóng mang dành cho hoạt động đa sóng mang mà bao gồm sóng mang thứ nhất đó và một hoặc nhiều sóng mang bổ sung, thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang đó và phổ tần không phép. Thủ tục LBT này trì hoãn ít nhất một khe CCA để thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền trên sóng mang đó ở kênh được quan sát. Ít nhất một khe CCA này bao gồm ít nhất một trong số khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT.

Theo một số phương án, nút nêu trên hỗ trợ truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT có phối hợp, có trì hoãn khe CCA, đối với các kênh được quan sát trên các sóng mang dành cho hoạt động đa sóng mang mà bao gồm sóng mang thứ nhất và một hoặc nhiều sóng mang bổ sung, để thủ tục LBT có phối hợp này kết thúc

tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với các hoạt động truyền trên các sóng mang đó.

Theo một số phương án, nút nêu trên hỗ trợ truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và phương pháp nêu trên còn bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát thứ hai đối với sóng mang thứ hai trong phổ tần không phép. Thủ tục LBT đối với kênh được quan sát thứ hai bao gồm bước trì hoãn điểm bắt đầu của khe CCA để quan sát kênh được quan sát thứ hai, sao cho khe CCA để quan sát kênh được quan sát thứ hai này được đồng chỉnh với khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang thứ nhất.

Theo một số phương án, phương pháp nêu trên còn bao gồm bước tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt đối với thủ tục LBT dựa trên lớp chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS) của kênh mang được liên kết, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT nhờ sử dụng một hoặc nhiều thiết đặt này.

Theo một số phương án, ít nhất một số khe CCA của thủ tục LBT là có thời lượng khác nhau.

Theo một số phương án, nút nêu trên là thiết bị không dây, và phương pháp nêu trên còn bao gồm bước nhận cấu hình của một hoặc nhiều thiết đặt LBT đối với thủ tục LBT từ nút mạng.

Theo một số phương án, nút nêu trên là nút truy cập vô tuyến. Theo các phương án khác, nút nêu trên là thiết bị không dây. Theo các phương án khác, nút nêu trên là nút LAA. Theo các phương án khác, nút nêu trên là nút LTE-U.

Các phương án về nút của mạng truyền thông tế bào cũng được bộc lộ.

Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu phạm vi của sáng chế và có thể thực hiện các khía cạnh khác nữa của sáng chế dựa

vào phần mô tả chi tiết các phương án sau đây cùng với các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo mà được kết hợp vào đây và tạo thành một phần của bản mô tả này thể hiện một số khía cạnh của sáng chế, và cùng với phần mô tả, có chức năng giải thích các nguyên lý của sáng chế.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện tài nguyên vật lý đường xuống LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) cơ bản dưới dạng mắt lưới thời gian-tần số;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện cấu trúc khung trong miền thời gian của đường truyền xuống LTE;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện hệ thống đường xuống LTE có bộ chỉ thị định dạng điều khiển (Control Format Indicator - CFI) là ba kí hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM);

Fig.4 là hình vẽ thể hiện cấu trúc kết tập sóng mang (Carrier Aggregation - CA);

Fig.5 là hình vẽ thể hiện cấu trúc tổng quát của cơ chế nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT);

Fig.6 là hình vẽ thể hiện ví dụ về tiêu chuẩn EN 301.893;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện quá trình truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép (License Assisted Access - LAA) vào phổ tần không phép;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện ví dụ về quá trình LAA vào phổ tần không phép bằng LTE CA và LBT;

Các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.11 là các hình vẽ thể hiện các vấn đề liên quan đến LAA thông thường khi sử dụng LTE CA và LBT;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện một cách thức thực hiện ví dụ của thủ tục đánh giá xem kênh có rãnh không (Clear Channel Assessment - CCA) được kéo dài đối với thiết bị dựa trên phụ tải;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về mạng truyền thông tế bào theo một số phương án của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của thủ tục LBT được thực hiện bởi nút LAA theo một số phương án của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về thủ tục LBT trên Fig.14 đối với thủ tục LBT đường xuống theo một số phương án của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ theo phương án thứ nhất của thủ tục LBT có trì hoãn (các) CCA được chọn đến các điểm bắt đầu CCA nhất định, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ thể hiện lưu đồ phiên bản thứ hai theo phương án thứ nhất của thủ tục LBT có trì hoãn (các) CCA được chọn đến các điểm bắt đầu CCA nhất định, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.18 là hình vẽ thể hiện lưu đồ phiên bản thứ nhất theo phương án thứ hai của thủ tục LBT theo một số phương án của sáng chế;

Fig.19 là hình vẽ thể hiện lưu đồ phiên bản thứ hai theo phương án thứ hai của thủ tục LBT với sự trì hoãn có điều kiện đối với các CCA được chọn, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.20 là hình vẽ thể hiện lưu đồ một ví dụ theo phương án thứ nhất của thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và điều khiển, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.21 là hình vẽ thể hiện lưu đồ một ví dụ theo phương án thứ hai của thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và điều khiển, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.22 là hình vẽ thể hiện lưu đồ thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và điều khiển theo phương án thứ ba;

Fig.23 là hình vẽ thể hiện lưu đồ thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và điều khiển, theo một số phương án khác của sáng chế;

Fig.24 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của nút LAA để thực hiện thủ tục LBT trên mỗi sóng mang đối với hoạt động đa sóng mang, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.25 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của nút LAA để thực hiện các thủ tục LBT đối với nhiều sóng mang theo cách có phối hợp, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.26 là hình vẽ thể hiện thủ tục LBT đối với sóng mang thứ cấp theo một số phương án của sáng chế;

Fig.27 là hình vẽ thể hiện thủ tục LBT với các lớp chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS) theo một số phương án của sáng chế;

Fig.28 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của trạm gốc để tạo cấu hình LBT cho đường lên từ thiết bị không dây trong phổ tần không phép, theo một số phương án của sáng chế;

Fig.29 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của nút truy cập vô tuyến theo một số phương án của sáng chế;

Fig.30 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của nút truy cập vô tuyến theo một số phương án khác của sáng chế;

Fig.31 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của thiết bị người dùng (User Equipment - UE) theo một số phương án của sáng chế; và

Fig.32 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của UE theo một số phương án khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Các phương án được mô tả dưới đây sẽ cung cấp thông tin để cho phép người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này thực hiện các phương án này, và chúng thể hiện cách thức ưu tiên để thực hiện các phương án đó. Khi đọc phần mô tả sau đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, người có

kiến thức trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu các nguyên lý của sáng chế và nhận thấy ứng dụng của các nguyên lý đó cho dù chúng không được thể hiện cụ thể ở đây. Cần hiểu rằng các nguyên lý này và các ứng dụng đó nằm trong phạm vi của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Kỹ thuật LAA (License Assisted Access - truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép) khởi đầu của 3GPP (Third Generation Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ ba) là nhằm cho phép thiết bị LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài) (ví dụ, các trạm gốc) hoạt động trong phổ vô tuyến 5 GHz không phép. Phổ tần 5 GHz không phép này được dùng như phần bù cho phổ tần có phép. Theo đó, các thiết bị sẽ kết nối trong phổ tần có phép (tức là kết nối đến tế bào sơ cấp (Primary Cell - PCell)) và sử dụng kỹ thuật kết tập sóng mang (Carrier Aggregation - CA) để hưởng lợi từ dung lượng truyền bổ sung trong phổ tần không phép (tức là thông qua một hoặc nhiều tế bào thứ cấp (Secondary Cell - SCell)). Để giảm bớt các thay đổi cần thiết để kết tập các phổ tần có phép và không phép, thì kỹ thuật định thời khung LTE trong PCell được sử dụng đồng thời trong SCell.

Tuy nhiên, các yêu cầu chế định có thể sẽ không cho phép các hoạt động truyền trong phổ tần không phép mà không có hoạt động cảm nhận kênh trước đó. Do phổ tần không phép phải được dùng chung với các sóng vô tuyến khác thuộc các công nghệ không dây tương tự nhau hoặc không tương tự nhau, nên thủ tục được gọi là nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) cần phải được áp dụng. Ngày nay, phổ tần 5 GHz không phép chủ yếu được sử dụng bởi các thiết bị mà thực hiện tiêu chuẩn IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers - viện kỹ thuật điện và điện tử) 802.11 trong mạng cục bộ không dây (Wireless Local Area Network - WLAN). Tiêu chuẩn này được biết đến với nhãn hiệu tiếp thị của nó là “Wi-Fi”.

Ở Châu Âu, thủ tục LBT nằm trong phạm vi của quy định EN 301.893. Để LAA hoạt động trong phổ tần 5 GHz, thì thủ tục LAA LBT phải tuân theo các yêu cầu và tình trạng tối thiểu được xác định theo quy định EN 301.893.

Tuy nhiên, phải cần thêm các thiết kế hệ thống và các bước để bảo đảm sự cùng tồn tại của Wi-Fi và LAA với các thủ tục LBT theo quy định EN 301.893.

Một ví dụ về LBT trong kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) là patent Mỹ số 8,774,209 B2 với tiêu đề “Apparatus and method for spectrum sharing using listen-before-talk with quiet periods”, trong đó LBT được sử dụng bởi các hệ thống OFDM dựa trên khung để xác định xem kênh có rảnh hay không trước khi truyền. Bộ đếm thời lượng truyền tối đa được dùng để giới hạn thời lượng của loạt truyền, và sau đó là khoảng thời gian yên lặng. Ngược lại, sáng chế tập trung vào pha LBT của hệ thống OFDM dựa trên phụ tải, và được thiết kế để bảo đảm sự cùng tồn tại công bằng hơn với các công nghệ truy cập vô tuyến khác, chẳng hạn Wi-Fi, đồng thời thoả mãn các quy định EN 301.893, ít nhất là ở Châu Âu,.

Hiện nay không có đặc tả LBT nào cho LTE vì cho đến nay nó đã hoạt động chuyên biệt trong phổ tần có phép. Việc tái sử dụng các thủ tục LBT hiện có cho thiết bị dựa trên phụ tải theo tài liệu EN 301.893 sẽ dẫn đến việc LAA chiếm phần lớn những cơ hội truy cập kênh và làm cho các thiết bị Wi-Fi thiếu cơ hội, do không có những khoảng thời gian trì hoãn, các thời lượng CCA (Clear Channel Assessment - đánh giá xem kênh có rảnh không) ngắn hơn so với DIFS/PIFS, và một số sự khác biệt khác so với thủ tục cạnh tranh kênh Wi-Fi CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - đa truy cập cảm nhận sóng mang có tránh xung đột). Ngoài ra, cũng không khả thi về mặt kỹ thuật để LAA LTE tái sử dụng một cách chính xác giao thức Wi-Fi CSMA/CA hiện có.

Các hình vẽ từ Fig.9 đến Fig.11 là các hình vẽ thể hiện ví dụ về một số trong số các vấn đề nêu trên. Trong trường hợp thứ nhất được thể hiện trên Fig.9, quy định EN 301.893 cho phép một nút truyền ngay sau khi thực hiện hoạt động CCA ban đầu, điều này gây ra sự xung đột với khung báo nhận

(Acknowledgement - ACK) Wi-Fi. Điều này là vì năng lượng đo được trong khoảng thời gian CCA có thể chỉ xuất hiện trong một phần nhỏ của khoảng thời gian CCA, từ đó làm cho kết quả đo năng lượng chưa đủ để khai báo rằng kênh đang bị chiếm/đang bận. Nói cách khác, Fig.9 thể hiện sự xung đột giữa hoạt động truyền LAA và Wi-Fi ACK do hoạt động CCA ban đầu và không có khoảng thời gian trì hoãn. Trong trường hợp thứ hai được thể hiện trên Fig.10, vấn đề tương tự cũng xảy ra trong pha rút lui ngẫu nhiên của LAA, trong đó bộ đếm các khe CCA rảnh trong khoảng thời gian CCA được kéo dài là được giảm và được thấy là bằng không với tổng khoảng thời gian quan sát kênh rảnh là $20\ \mu\text{s}$ sau khi kênh bị chiếm. Ngược lại, thiết bị Wi-Fi sẽ không tiếp tục đếm lùi cho đến khi kênh đã rảnh được $34\ \mu\text{s}$, điều này cũng gây ra sự xung đột với khung Wi-Fi ACK. Nói cách khác, Fig.10 thể hiện tình trạng xung đột truyền LAA với Wi-Fi ACK do hoạt động CCA được kéo dài và không có khoảng thời gian trì hoãn. Trong trường hợp thứ ba được thể hiện trên Fig.11, nhiều nút tuân theo tiêu chuẩn EN 301.893 nhưng có một sự không chính xác nhỏ trong việc duy trì định thời, làm cho không thể dùng chung kênh một cách công bằng được, bởi vì các nút có ranh giới CCA mà xuất hiện sớm hơn sẽ chiếm kênh trước các nút còn lại. Nói cách khác, Fig.11 thể hiện sự xung đột giữa các hoạt động truyền của các nút LAA đồng bộ do hoạt động CCA ban đầu và không có hoạt động hậu rút lui ngẫu nhiên.

Ngoài ra, một cách thức thực hiện ví dụ của thủ tục CCA được kéo dài đối với thiết bị dựa trên phụ tải được quy định theo tiêu chuẩn EN 301.893 v.1.7.1 (đôi khi được gọi là EN BRAN) được thể hiện trên Fig.12, trong đó các hoạt động CCA có thể được khởi tạo tại thời điểm bất kì trong khung con. Nếu bộ đếm rút lui đếm tới không ở giữa một khung con sau khi hoạt động CCA cuối cùng được cho là rảnh, thì nút LAA phải ngay lập tức truyền tín hiệu dành trước trong phần còn lại của khung con đó để dành trước môi

trường trước khi nó có thể bắt đầu truyền dữ liệu. Phụ tải do tín hiệu dành trước này có thể khá lớn, như được thể hiện trên Fig.12.

Vấn đề về sự cạnh tranh công bằng giữa LAA LTE và LAA LTE, và giữa LAA LTE và các công nghệ khác để truy cập kênh trên sóng mang không phép sẽ được giải quyết nhờ các phương án về thủ tục LBT đối với LAA được mô tả ở đây. Các phương án về thủ tục LBT được bộc lộ ở đây cũng cho phép giảm bớt phụ tải liên quan đến báo hiệu dành trước kênh trước khi truyền dữ liệu. Nói chung, các hoạt động CCA được chọn, mà ở đây còn được gọi là các khe CCA, khi bắt đầu hoặc tiếp tục quá trình LBT trong khoảng thời gian của một chu kỳ CCA được kéo dài, chẳng hạn các CCA đầu cuối hoặc giáp cuối, có thể được trì hoãn đến các thời điểm cụ thể để giảm thiểu thời lượng của các tín hiệu dành trước kênh bất kỳ, và còn tạo thuận lợi cho việc truyền các khung con hoàn chỉnh hoặc gần như hoàn chỉnh.

Cụ thể hơn, các phương án về thủ tục LBT được đề xuất cho các hệ thống dựa trên phụ tải mà hoạt động trong các băng tần không phép, với các hoạt động CCA được chọn được thực hiện tại các thời điểm định trước có thể chấp nhận được so với khung con hoặc các ranh giới khe. Việc quyết định xem có trì hoãn một CCA nào đó đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không là có thể được thực hiện dựa trên, ví dụ, vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận.

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về mạng truyền thông tế bào 10 theo một số phương án của sáng chế. Theo các phương án được mô tả ở đây, mạng truyền thông tế bào 10 là mạng LTE cung cấp khả năng LAA đối với phổ tần không phép, ví dụ, phổ tần 5 GHz; tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án đó. Theo ví dụ này, mạng truyền thông tế bào 10 bao gồm các trạm gốc 12-1 và 12-2, mà trong hệ thống LTE thì được gọi là các nút B cải tiến (Evolved Node B - eNB), để điều khiển các tế bào lớn (macro cell) 14-1 và 14-2 tương ứng. Các trạm gốc 12-1 và 12-2 được gọi chung ở đây là các trạm gốc 12, và được gọi riêng là trạm gốc 12. Tương tự như vậy,

các tế bào lớn 14-1 và 14-2 được gọi chung ở đây là các tế bào lớn 14 và được gọi riêng là tế bào lớn 14. Mạng truyền thông tế bào 10 còn bao gồm một số nút có công suất thấp từ 16-1 đến 16-4 để điều khiển các tế bào nhỏ (small cell) từ 18-1 đến 18-4 tương ứng. Trong hệ thống LTE, các nút có công suất thấp 16-1 đến 16-4 có thể là các trạm gốc nhỏ (chẳng hạn các trạm gốc pico hoặc femto) hoặc các bộ thu phát vô tuyến ở xa (Remote Radio Head - RRH), v.v.. Lưu ý rằng tuy không được thể hiện trên hình vẽ, nhưng theo cách khác thì một hoặc nhiều trong số các tế bào nhỏ 18-1 đến 18-4 là có thể được cung cấp bởi trạm gốc 12. Các nút có công suất thấp 16-1 đến 16-4 được gọi chung ở đây là các nút có công suất thấp 16, và được gọi riêng là nút có công suất thấp 16. Tương tự như vậy, các tế bào nhỏ 18-1 đến 18-4 được gọi chung ở đây là các tế bào nhỏ 18 và được gọi riêng là tế bào nhỏ 18. Các trạm gốc 12 (và tùy ý là cả các nút có công suất thấp 16) được nối với mạng lõi 20.

Các trạm gốc 12 và các nút có công suất thấp 16 cung cấp dịch vụ cho các thiết bị không dây 22-1 đến 22-5 trong các tế bào 14 và 18 tương ứng. Các thiết bị không dây 22-1 đến 22-5 được gọi chung ở đây là các thiết bị không dây 22 và được gọi riêng là thiết bị không dây 22. Trong hệ thống LTE, các thiết bị không dây 22 được gọi là các thiết bị người dùng (User Equipment - UE).

Theo ví dụ này, các tế bào lớn 14 được cung cấp trong phổ tần có phép (tức là trong phổ tần số được dành riêng cho mạng truyền thông tế bào 10), còn một hoặc nhiều (và có thể là tất cả) trong số các tế bào nhỏ 18 là được cung cấp trong phổ tần không phép (ví dụ, phổ tần số 5 Gigahertz (GHz)). Lấy thiết bị không dây 22-1 làm ví dụ, thì tế bào lớn 14-1 là PCell của thiết bị không dây 22-1, và tế bào nhỏ 18-1 là LAA SCell của thiết bị không dây 22-1. Do đó, trong ngữ cảnh này, tế bào lớn 14-1 đôi khi được gọi ở đây là PCell 14-1 của thiết bị không dây 22-1, và tế bào nhỏ 18-1 đôi khi được gọi là LAA SCell 18-1 của thiết bị không dây 22-1.

Theo ví dụ cụ thể này, các nút có công suất thấp 16 (mà cũng có thể được gọi là các trạm gốc có công suất thấp) và/hoặc các thiết bị không dây 22 sẽ thực hiện thủ tục LBT trước khi truyền trong phổ tần không phép. Như sẽ được mô tả dưới đây, ví dụ, để khắc phục các vấn đề nêu trên, thì thủ tục LBT sẽ trì hoãn điểm bắt đầu của một hoặc nhiều khe CCA sao cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn của hoạt động truyền (ví dụ, tại hoặc gần một khung con hoặc ranh giới khe). Lưu ý rằng thuật ngữ biên khung con và ranh giới khe là được sử dụng thay cho nhau ở đây. Trong ngữ cảnh này, các nút có công suất thấp 16 ở thiết bị không dây 22 thường được gọi là các nút LAA. Tuy nhiên, sáng chế áp dụng được cho loại nút LAA bất kì (ví dụ, trạm gốc, RRH, UE/thiết bị không dây, v.v.) mà đối với chúng thủ tục LBT cần được thực hiện trước khi truyền trong phổ tần không phép. Ngoài ra, mặc dù phần mô tả ở đây tập trung vào kỹ thuật LAA và các nút LAA, nhưng các nguyên lý được mô tả ở đây cũng áp dụng được một cách tương đương cho hệ thống LTE không phép (LTE Unlicensed - LTE-U) độc lập và các nút LTE-U, trong đó, đối với hệ thống LTE-U độc lập, thì có thể không có PCell nào trong phổ tần có phép (tức là có thể chỉ có (các) tế bào trong phổ tần không phép).

Các phương án về giao thức LBT được đề xuất đối với thiết bị dựa trên phụ tải sẽ được mô tả dưới đây. Giao thức này nói chung là áp dụng được cho cả các hoạt động truyền đường xuống và các hoạt động truyền đường lên, cho cả hệ thống song công phân chia theo tần số (Frequency Division Duplexing - FDD) và hệ thống song công phân chia theo thời gian (Time Division Duplexing - TDD). Đối với trường hợp các thiết bị không dây 22 thực hiện thủ tục LBT trước các hoạt động truyền đường lên, thì bộ đếm rút lui được kéo dài đối với một hoặc nhiều thiết bị không dây 22 có thể được trích xuất từ hạt giống (seed) ngẫu nhiên chung, mà, ví dụ, có thể được truyền đến một hoặc nhiều thiết bị không dây 22 này. Hạt giống ngẫu nhiên này có thể được tạo ra bằng trường bit hoặc bằng cách xáo trộn CRC (Cyclic Redundancy

Check - kiểm độ dư vòng) đối với trường thông điệp DCI (Downlink Control Information - thông tin điều khiển đường xuống) tường minh. Ngoài ra, hạt giống ngẫu nhiên đó cũng có thể được trích xuất bởi khung con, khe, và/hoặc số khung vô tuyến, kết hợp với các thông số khác, chẳng hạn bộ nhận dạng tế bào sơ cấp (Primary Cell Identifier - PCID), tần số hoạt động, v.v.. Theo ví dụ khác nữa, hạt giống ngẫu nhiên nêu trên có thể được tạo cấu hình trước cho thiết bị không dây 22 bằng thông điệp điều khiển tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Control - RRC) hoặc bằng thông số được báo hiệu bởi trường thông điệp điều khiển. Trường thông điệp điều khiển có thể là trường bit được bao gồm trong thời lượng truyền tín hiệu tham chiếu giải điều chế (Demodulation Reference Signal - DRS) hoặc được phát quảng bá một cách riêng biệt tại các thời điểm cụ thể. Giao thức LBT theo sáng chế áp dụng được cho cả hoạt động LAA LTE và hoạt động LTE độc lập trong các kênh được miễn phép.

Fig.14 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của thủ tục LBT được thực hiện bởi nút LAA theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát trong phổ tần không phép (bước 100). Thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA được chọn, mà được gọi là các khe CCA bị trì hoãn. Một hoặc nhiều khe CCA bị trì hoãn này bao gồm khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và/hoặc khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT. Thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA đó sao cho thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý. Ví dụ, nếu muốn điểm bắt đầu của hoạt động truyền nằm tại điểm bắt đầu của một khung con, thì thủ tục LBT sẽ trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA được chọn, sao cho thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần biên khung con. Theo ví dụ khác, nếu muốn điểm bắt đầu của hoạt động truyền nằm tại một độ dịch định trước tính từ điểm bắt đầu của một khung con (ví dụ, tại kí hiệu OFDM thứ tư trong một

khung con), thì thủ tục LBT sẽ trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA được chọn, sao cho thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu của kí hiệu OFDM thứ tư sau biên khung con. Lưu ý rằng, như được sử dụng trong bản mô tả này, từ ngữ “tại hoặc gần” điểm bắt đầu mong muốn của hoạt động truyền có nghĩa là nằm tại hoặc trong phạm vi một lượng nhỏ các chu kỳ ký hiệu (ví dụ, 1, 2, 3, hoặc 4 chu kỳ ký hiệu) tính từ điểm bắt đầu mong muốn. Tại điểm kết thúc của thủ tục LBT, nút LAA xác định được trong kênh được quan sát là rảnh, từ đó thực hiện hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý trên kênh được quan sát (bước 102).

Thủ tục LBT cho các hoạt động truyền dữ liệu

Các phương án về thủ tục LBT được bộc lộ sẽ được mô tả, mà đặc biệt phù hợp cho, nhưng không chỉ giới hạn ở, các hoạt động truyền dữ liệu mà được thực hiện, ví dụ, trên kênh dùng chung đường xuống vật lý (Physical Downlink Shared Channel - PDSCH) hoặc kênh dùng chung đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel - PUSCH). Nhằm mục đích minh họa, giả sử rằng nút LAA luôn thực hiện hoạt động CCA ban đầu với thời lượng T_0 . Nếu kênh không bị chiếm trong khoảng thời gian của hoạt động CCA ban đầu đó, thì thủ tục CCA được kéo dài đối với N thời lượng CCA, mỗi trong số đó có thời lượng là T_1 , sẽ được thực hiện. Theo một ví dụ không nhằm mục đích giới hạn, cả thời lượng CCA ban đầu và thời lượng CCA được kéo dài có thể có giá trị bằng nhau, chẳng hạn $T_0=T_1=20\ \mu\text{s}$. Trong các trường hợp khác, thời lượng CCA ban đầu và thời lượng CCA được kéo dài có thể khác nhau, chẳng hạn $T_0=23\ \mu\text{s}$ và $T_1=20\ \mu\text{s}$.

Nguyên lý chính của một số phương án về thủ tục LBT được bộc lộ là để có thể trì hoãn các thời lượng CCA nhất định, mà ở đây còn được gọi là các khe CCA, trong giai đoạn CCA được kéo dài, để kết thúc tại các thời điểm liền kề (tức là tại hoặc gần) khung con hoặc các ranh giới khe. Các thời điểm CCA được cho phép này được gọi là các điểm bắt đầu CCA. Theo một

ví dụ không nhằm mục đích giới hạn, hoạt động CCA cuối cùng trong số N hoạt động CCA được kéo dài, hoặc một tập hợp con của N hoạt động CCA này, có thể được thực hiện ngay trước một biên khung con, sao cho nếu (các) hoạt động CCA này được cho là rảnh, thì nút LAA có thể truyền dạng sóng Phiên bản 12 (Rel-12) trong khung con sắp tới đó. Theo cách khác, các điểm bắt đầu CCA đối với các CCA được chọn có thể trùng với biên khung con đó, hoặc được thực hiện ngay sau biên khung con đó. Động lực để trì hoãn một số hoặc tất cả trong số các hoạt động CCA là để bảo đảm rằng hoạt động truyền dữ liệu ngay sau hoạt động CCA cuối cùng là rảnh, bắt đầu từ thời điểm có lợi, chẳng hạn, tại hoặc ngay sau một biên khung con. Tiến trình này được thể hiện trên Fig.15 đối với thủ tục LBT đường xuống, trong đó hoạt động CCA ban đầu bắt đầu tại biên khung con của khung con n . Trong một phần của giai đoạn CCA được kéo dài, kênh được dò thấy là bận. Thay vì liên tục lắng nghe kênh và tiếp tục với các hoạt động CCA trong phần còn lại của khung con n , thì các hoạt động CCA còn lại sẽ được trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo, tại biên khung con tiếp theo tương ứng với khung con $n+1$.

Theo ví dụ khác, điểm bắt đầu của hoạt động CCA đối với hoạt động LBT có thể được xác định tùy theo các thông số khác nhau, ví dụ, phụ tải trong hệ thống hoặc nhật ký về các hoạt động LBT thành công. Ví dụ, trong hệ thống có phụ tải nhỏ, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA đối với hoạt động LBT có thể được xác định gần biên khung con hơn, còn đối với hệ thống có phụ tải lớn hoặc hệ thống có tỉ lệ LBT thất bại cao, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA đối với hoạt động LBT có thể nằm xa biên khung con đó hơn.

Phần dưới đây sẽ mô tả phương án thứ nhất về hoạt động LBT có trì hoãn (các) CCA được chọn đến các điểm bắt đầu CCA nhất định. Ở đây, hoạt động CCA ban đầu luôn có giai đoạn CCA được kéo dài đi theo sau. Số lượng hoạt động CCA được kéo dài hoặc bộ đếm rút lui N là được chọn ngẫu nhiên.

nhiên giữa 1 và q tại điểm bắt đầu của tiến trình rút lui ngẫu nhiên. Nếu hoạt động CCA ban đầu đó cho rằng kênh bận, thì hoạt động đó được lặp lại. Đối với mỗi thời lượng CCA được kéo dài mà trong đó kênh được cho là không bị chiếm, thì bộ đếm rút lui N được giảm 1 đơn vị. Nếu kênh được xác định là bận trong khoảng thời gian của hoạt động CCA ban đầu hoặc hoạt động CCA được kéo dài, thì bộ đếm rút lui được giữ nguyên và thủ tục LBT quay trở lại bước CCA ban đầu, với điểm bắt đầu của hoạt động CCA tiếp theo có thể được trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo. Hoạt động truyền dữ liệu có thể được thực hiện ngay sau khi giá trị của bộ đếm rút lui đạt tới không, tức là sau khi thu được N hoạt động CCA được kéo dài mà thể hiện trạng thái kênh rảnh.

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ theo phương án thứ nhất của thủ tục LBT có trì hoãn (các) CCA được chọn đến các điểm bắt đầu CCA nhất định, mà đã được mô tả trên đây. Tiến trình này được thực hiện bởi nút LAA. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 200). Nút LAA này quan sát kênh được quan sát trong phổ tần không phép trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 (bước 202). Nói cách khác, nút LAA này thực hiện hoạt động CCA ban đầu đối với khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu, thì nút LAA này trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 204). Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N , gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt

đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rãnh đối với (các) khe CCA còn lại, thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó. Các bước 202 và 204 được thực hiện lặp đi lặp lại cho đến khi nút LAA xác định được rằng kênh được quan sát là rãnh đối với thời lượng CCA ban đầu T_0 .

Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rãnh đối với thời lượng CCA ban đầu T_0 , thì nút LAA thực hiện giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT. Cụ thể hơn, theo phương án này, nút LAA xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn không hay không (bước 206). Nếu có, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 208). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Theo một số phương án, thời lượng T_1 là khác với thời lượng T_0 (ví dụ, nhỏ hơn); tuy nhiên, theo các phương án khác, các thời lượng T_0 và T_1 này là bằng nhau. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA này trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 204). Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rãnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 210), và sau đó tiến trình quay trở lại bước 206. Khi nút LAA xác định được rằng kênh được quan sát đã rãnh trong N khe CCA (tức là khi bộ đếm rút lui N bằng không) ("KHÔNG" ở bước 206), thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 212).

Trong phiên bản thứ hai của phương án thứ nhất, các CCA không phải lúc nào cũng bị trì hoãn đến điểm bắt đầu tiếp theo nếu môi trường được thấy là bận. Theo một ví dụ, hoạt động CCA cuối cùng của giai đoạn CCA được kéo dài có thể được trì hoãn một cách có điều kiện đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu được thấy là bận. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận, hoặc

dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Fig.17 là hình vẽ thể hiện lưu đồ theo phiên bản thứ hai của phương án thứ nhất nêu trên. Quy trình này vẫn được nút LAA thực hiện. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 300). Nút LAA này quan sát kênh được quan sát trong phổ tần không phép trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 (bước 302). Nói cách khác, nút LAA này thực hiện hoạt động CCA ban đầu đối với khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu, thì nút LAA lặp lại bước 302 cho đến khi kênh được quan sát được xác định, thông qua hoạt động CCA, là rảnh trong thời lượng CCA ban đầu T_0 .

Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh đối với thời lượng CCA ban đầu T_0 , thì nút LAA thực hiện giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT. Trong phiên bản này của phương án thứ nhất, thì giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT sẽ đợi để đưa ra quyết định trì hoãn cho đến khe CCA cuối cùng. Cụ thể hơn, theo phương án này, nút LAA xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn 1 hay không (bước 304). Nếu có, thì LA nút quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 306). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Theo một số phương án, thời lượng T_1 là khác với thời lượng T_0 (ví dụ, nhỏ hơn); tuy nhiên, theo các phương án khác, các thời lượng T_0 và T_1 này là bằng nhau. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA trở về bước 302. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 308), và sau đó quy trình quay trở lại bước 304.

Khi nút LAA xác định được rằng bộ đếm rút lui N là bằng 1 ("KHÔNG" ở bước 304), thì nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không (bước 310). Lưu ý rằng khe CCA tiếp theo sẽ là khe CCA cuối cùng nếu kênh được quan sát được xác định là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó. Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận, hoặc dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là "Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA".

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 312), và sau đó quy trình trở về bước 302. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N, gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với (các) khe CCA còn lại (mà theo ví dụ này sẽ bao gồm khe CCA có thời lượng là T_0 ở bước 302 và khe CCA có thời lượng là T_1 ở bước 314), thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó.

Quay trở lại bước 310, nếu quyết định được đưa ra là không trì hoãn khe CCA tiếp theo ("KHÔNG" ở bước 310), nút LAA quan sát kênh được quan sát đối với khe CCA có thời lượng T_1 (bước 314). Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận, thì quy trình trở về bước 302 và được lặp lại. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 316).

Theo phương án thứ hai của thủ tục LBT, thì quy trình đếm lùi được thay đổi sao cho bộ đếm rút lui N được đếm lùi đối với mỗi lần CCA rảnh, so với phương án thứ nhất mà trong đó thời lượng CCA ban đầu không làm giảm bộ đếm rút lui N . Để hỗ trợ việc thời lượng CCA cuối cùng cần phải tạo ra thời lượng CCA dài hơn (mà được gọi là T_3), thì quy trình cuối cùng này được đưa ra khỏi quy trình đếm lùi. Nếu kênh được xác định là bận trong khoảng thời gian CCA được kéo dài, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA tiếp theo có thể được trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không là có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận. Theo một cách thức thực hiện, thời lượng CCA dài hơn T_3 được đặt bằng $2 \times T_1$. Theo cách thức thực hiện thứ hai, thời lượng CCA dài hơn T_3 được đặt bằng $T_0 + T_1$.

Fig.18 là hình vẽ thể hiện lưu đồ theo phiên bản thứ nhất của phương án thứ hai về thủ tục LBT đã được mô tả trên đây. Quy trình này vẫn được nút LAA thực hiện. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 400). Nút LAA này xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn 2 hay không (bước 402). Nếu có, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 404). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 406), và sau đó quy trình quay trở lại bước

402. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo, như đã mô tả trên đây (bước 408), và sau đó quy trình trở về bước 402.

Khi nút LAA xác định được rằng bộ đếm rút lui N là bằng 2 ("KHÔNG" ở bước 402), thì nút LAA đó quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng dài hơn, hay được kéo dài, là T_3 (bước 410). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_3 . Như đã mô tả trên đây, theo một cách thức thực hiện ví dụ, thời lượng CCA dài hơn T_3 được đặt bằng $2 \times T_1$. Theo cách thức thực hiện ví dụ khác, thời lượng CCA dài hơn T_3 được đặt bằng $T_0 + T_1$. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo, như đã mô tả trên đây (bước 408), và sau đó quy trình trở về bước 402. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 412).

Fig.19 là hình vẽ thể hiện phiên bản thứ hai của phương án thứ hai về thủ tục LBT có trì hoãn có điều kiện đối với các hoạt động CCA được chọn. Quy trình này vẫn được nút LAA thực hiện. Theo ví dụ này, việc quyết định xem có trì hoãn một tập hợp con của các hoạt động CCA cuối cùng đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận, hoặc dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố được mô tả trong phần dưới đây mà có tên là "Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA".

Như được thể hiện trên Fig.19, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 500). Nút LAA này xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn 2 hay không (bước 502). Nếu có, thì nút LAA quan

sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 504). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 506), và sau đó quy trình quay trở lại bước 502. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì quy trình trở về bước 502 mà không giảm bộ đếm rút lui N.

Khi nút LAA xác định được rằng bộ đếm rút lui N là bằng 2 ("KHÔNG" ở bước 502), thì nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không (bước 508). Lưu ý rằng khe CCA tiếp theo sẽ là khe CCA cuối cùng nếu kênh được quan sát được xác định là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó. Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận, hoặc dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là "Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA".

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 510), và sau đó quy trình trở về bước 502. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu

tổ, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N, gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với (các) khe CCA còn lại (mà theo ví dụ này sẽ bao gồm khe CCA có thời lượng là T_3 ở bước 512), thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó.

Quay trở lại bước 508, nếu quyết định được đưa ra là không trì hoãn khe CCA tiếp theo ("KHÔNG" ở bước 508), nút LAA quan sát kênh được quan sát đối với khe CCA có thời lượng là T_3 (bước 512). Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận, thì quy trình trở về bước 502 và được lặp lại. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 514).

Thủ tục LBT đối với các hoạt động truyền thông tin quản lý/thông tin điều khiển

Các phương án về thủ tục LBT này sẽ được mô tả, mà đặc biệt phù hợp cho các hoạt động truyền thông tin điều khiển và/hoặc thông tin quản lý; tuy nhiên, các phương án này không bị giới hạn ở các hoạt động truyền đó, và có thể được sử dụng cho loại hoạt động truyền bất kì (ví dụ, các hoạt động truyền dữ liệu). Các ví dụ không nhằm mục đích giới hạn về thông tin quản lý và điều khiển là các hoạt động truyền DRS, hoặc các tín hiệu MIB (Master Information Block - khối thông tin chủ) và/hoặc SIB (System Information Block - khối thông tin hệ thống).

Theo phương án thứ nhất về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển, thì các hoạt động truyền có thể bắt đầu ngay sau khi hoạt động CCA ban đầu cho kết quả là rảnh. Để tạo ra độ ưu tiên so với các hoạt động truyền dữ liệu, thì thời lượng ví dụ đối với hoạt động CCA ban đầu có thể là $T_0 = 25 \mu s$. Nếu kênh được xác định là bận trong khoảng thời gian

CCA ban đầu, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA tiếp theo sẽ được trì hoãn một cách có điều kiện đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo, trong đó quyết định về sự trì hoãn là dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều yếu tố được mô tả trong phần dưới đây với tiêu đề là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Fig.20 là hình vẽ thể hiện lưu đồ theo một ví dụ của thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển theo phương án thứ nhất. Quy trình này vẫn được nút LAA thực hiện. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_0 (bước 600). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không (bước 602). Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được thực hiện dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận, hoặc dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 604), và sau đó quy trình trở về bước 600. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm

bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N, gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với khe CCA còn lại (mà theo ví dụ này sẽ bao gồm khe CCA có thời lượng là T_0 ở bước 600), thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó. Quay trở lại bước 602, nếu quyết định được đưa ra là không trì hoãn khe CCA tiếp theo ("KHÔNG" ở bước 602), thì quy trình trở về bước 600 và được lặp lại. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA có thời lượng T_0 đó ("RÀNH" ở bước 600), thì thủ tục LBT kết thúc, nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 606).

Theo phiên bản khác của phương án thứ nhất này về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA ban đầu có thể được trì hoãn trước khi nó được thực hiện. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.20, quyết định trì hoãn ở bước 602 có thể được thực hiện trước hoạt động CCA ở bước 600.

Phương án thứ hai về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển bao gồm giai đoạn CCA được kéo dài có rút lui ngẫu nhiên sau hoạt động CCA ban đầu, để có thể tuân thủ các quy định EN 301.893 một cách tốt hơn. Ở đây, thông tin quản lý hoặc thông tin điều khiển có thể được truyền sau khi hoạt động CCA ban đầu cho kết quả là rảnh, hoặc sau khi hoàn tất giai đoạn rút lui ngẫu nhiên. Phương án này cho độ ưu tiên đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển thấp hơn một chút so với phương án thứ nhất về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển (ví dụ, phương án trên Fig.20). Theo phương án này, điểm bắt đầu của hoạt động CCA để thực hiện thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển được thể hiện là có thể được điều chỉnh. Ví dụ, ở các hệ thống có phụ

tải lớn, thì thủ tục LBT có thể bắt đầu sớm hơn; còn ở các hệ thống có phụ tải nhỏ, thì quy trình đó có thể được thực hiện muộn hơn so với thời điểm truyền mong muốn.

Fig.21 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về phương án thứ hai của thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 700). Nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA ban đầu hay không (bước 702). Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA ban đầu đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được đưa ra dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA ban đầu, thì nút LAA trì hoãn khe CCA ban đầu đó đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 704), sau đó quy trình tiến đến bước 706. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA ban đầu đó. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N , gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA ban đầu đó bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với tất cả các khe CCA còn lại, thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó.

Khi đưa ra quyết định không trì hoãn khe CCA ban đầu ("KHÔNG" ở bước 702), hoặc sau khi trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA ban đầu đó, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 (bước 706). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 708).

Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận ở bước 706, thì nút LAA thực hiện giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT. Cụ thể hơn, theo phương án này, nút LAA xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn không hay không (bước 710). Nếu có, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 712). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Theo một số phương án, thời lượng T_1 là khác với thời lượng T_0 (ví dụ, nhỏ hơn); tuy nhiên, theo các phương án khác, các thời lượng T_0 và T_1 này là bằng nhau. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA trở về bước 710 mà không giảm bộ đếm rút lui N. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 714), và sau đó quy trình quay trở lại bước 710. Khi nút LAA xác định được rằng kênh được quan sát đã rảnh trong N khe CCA (tức là khi bộ đếm rút lui N bằng không) ("KHÔNG" ở bước 710), thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 716).

Theo phương án thứ ba về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển, thì thủ tục LBT này chứa giai đoạn CCA được kéo dài có rút lui ngẫu nhiên, trong đó nếu kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian CCA ban đầu, thì điểm bắt đầu của hoạt động CCA được kéo dài có thể được trì hoãn. Việc quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA

tiếp theo hay không là có thể được thực hiện, ví dụ, dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận.

Fig.22 là hình vẽ thể hiện lưu đồ thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và điều khiển theo phương án thứ ba nêu trên. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N (bước 800). Nút LAA này quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 (bước 802). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 804). Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận, thì nút LAA đó đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không (bước 806). Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được đưa ra dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 808), và sau đó quy trình tiến đến bước 810. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N , gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án,

điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với tất cả các khe CCA còn lại, thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó.

Khi đưa ra quyết định không trì hoãn khe CCA tiếp theo ("KHÔNG" ở bước 806), hoặc sau khi trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo đó, thì nút LAA thực hiện giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT. Cụ thể hơn, theo phương án này, nút LAA xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn không hay không (bước 810). Nếu có, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 814). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Theo một số phương án, thời lượng T_1 là khác với thời lượng T_0 (ví dụ, nhỏ hơn); tuy nhiên, theo các phương án khác, các thời lượng T_0 và T_1 này là bằng nhau. Khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 808) mà không giảm bộ đếm rút lui N, sau đó quy trình trở về bước 810. Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 816), và sau đó quy trình quay trở lại bước 810. Khi nút LAA xác định được rằng kênh được quan sát đã rảnh trong N khe CCA (tức là khi bộ đếm rút lui N bằng không) ("KHÔNG" ở bước 810), thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 812).

Theo phương án khác về thủ tục LBT đối với thông tin quản lý và thông tin điều khiển, thì thủ tục LBT này là sự kết hợp của hai phương án trước đó mà trong đó thời điểm bắt đầu đối với cả hoạt động CCA ban đầu và hoạt động CCA được kéo dài là có thể được trì hoãn một cách độc lập. Một ví dụ về phương án này được thể hiện trên Fig.23. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA chọn ngẫu nhiên một giá trị giữa 1 và q cho bộ đếm rút lui N

(bước 900). Nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA ban đầu hay không (bước 902). Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kỳ có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA ban đầu đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được đưa ra dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là “Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA”.

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA ban đầu, thì nút LAA trì hoãn khe CCA ban đầu đó đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 904), sau đó quy trình tiến đến bước 906. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA ban đầu đó. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N, gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA ban đầu đó bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với tất cả các khe CCA còn lại, thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó.

Khi đưa ra quyết định không trì hoãn khe CCA ban đầu ("KHÔNG" ở bước 902), hoặc sau khi trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA ban đầu đó (bước 904), thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA ban đầu mà có thời lượng là T_0 (bước 906). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_0 . Khi xác định được rằng kênh được

quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 908).

Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận ở bước 906, thì nút LAA thực hiện giai đoạn rút lui được kéo dài của thủ tục LBT. Cụ thể hơn, theo phương án này, nút LAA xác định xem bộ đếm rút lui N có lớn hơn không hay không (bước 910). Nếu có, thì nút LAA quan sát kênh được quan sát trong khoảng thời gian của khe CCA mà có thời lượng là T_1 (bước 914). Nói cách khác, nút LAA thực hiện hoạt động CCA đối với khe CCA có thời lượng là T_1 . Theo một số phương án, thời lượng T_1 là khác với thời lượng T_0 (ví dụ, nhỏ hơn); tuy nhiên, theo các phương án khác, các thời lượng T_0 và T_1 này là bằng nhau.

Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA giảm bộ đếm rút lui N (bước 916), và sau đó quy trình quay trở lại bước 910. Khi nút LAA xác định được rằng kênh được quan sát đã rảnh trong N khe CCA (tức là khi bộ đếm rút lui N bằng không) ("KHÔNG" ở bước 910), thì thủ tục LBT kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền (bước 912).

Ngược lại, khi xác định được ở bước 914 rằng kênh được quan sát là bận trong khoảng thời gian của khe CCA đó, thì nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với việc có trì hoãn khe CCA tiếp theo hay không (bước 918), mà không giảm bộ đếm rút lui N. Mặc dù các tiêu chuẩn hoặc các thông số phù hợp bất kì có thể được dùng cho quyết định trì hoãn, nhưng nói chung, quyết định trì hoãn đó là quyết định được đưa ra để trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo nếu cần phải làm thế để cho thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền. Quyết định xem có trì hoãn đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo hay không có thể, ví dụ, được đưa ra dựa trên tổ hợp của một hoặc nhiều trong số các yếu tố trong phần dưới đây mà có tên là "Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA".

Khi đưa ra quyết định trì hoãn khe CCA tiếp theo, thì nút LAA trì hoãn khe CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 920), và sau đó quy trình tiến đến bước 910. Điểm bắt đầu CCA tiếp theo là điểm bắt đầu mong muốn đối với khe CCA tiếp theo. Lưu ý rằng theo một số phương án, các khe CCA mong muốn là được định trước hoặc được xác định trước, ví dụ, tương đối với khung con và/hoặc các ranh giới khe. Theo các phương án khác, điểm bắt đầu CCA tiếp theo được nút LAA xác định dựa trên một hoặc nhiều yếu tố, chẳng hạn giá trị hiện tại của bộ đếm rút lui N, gánh nặng hệ thống, tỉ lệ LBT thành công gần đây, v.v.. Nói chung, theo một số phương án, điểm bắt đầu CCA tiếp theo là, nếu khe CCA tiếp theo bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA tiếp theo đó và kênh được quan sát được xác định từ đó là rảnh đối với tất cả các khe CCA còn lại, thì thủ tục LBT kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu trên kênh được quan sát đó. Khi đưa ra quyết định không trì hoãn khe CCA tiếp theo đó ("KHÔNG" ở bước 918), thì quy trình tiến đến bước 910.

Thủ tục LBT đối với hoạt động đa sóng mang

Theo một số phương án, nút LAA truyền trên nhiều sóng mang không phép theo sơ đồ hoạt động đa sóng mang, ví dụ, sơ đồ CA. Theo phương án thứ nhất về thủ tục LBT đối với hoạt động đa sóng mang, thì nút LAA thực hiện thủ tục LBT trên mỗi sóng mang đối với tất cả các sóng mang mà nút LAA sắp truyền trên đó. Nói cách khác, nút LAA thực hiện thủ tục LBT riêng biệt đối với mỗi sóng mang mà nút LAA sắp truyền trên đó. Đối với mỗi sóng mang, thì nút LAA có thể sử dụng, ví dụ, phương án bất kì trong số các phương án về thủ tục LBT đã mô tả trên đây.

Về mặt này, Fig.24 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của nút LAA để thực hiện thủ tục LBT trên mỗi sóng mang đối với hoạt động đa sóng mang, theo một số phương án của sáng chế. Mỗi trong số các sóng mang đối với hoạt động đa sóng mang đó đều nằm trong phổ tần không phép. Các sóng

mang này có thể nằm trong cùng một phổ tần không phép hoặc trong các phổ tần không phép khác nhau. Như được thể hiện trên hình vẽ, đối với mỗi sóng mang đối với hoạt động đa sóng mang (ví dụ, đối với mỗi sóng mang trong số các sóng mang mà nút LAA sắp truyền trên đó), thì nút LAA thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang đó (bước 1000). Thủ tục LBT này có thể là, ví dụ, bất kì trong số các phương án về thủ tục LBT đã mô tả trên đây. Nói chung, như đã mô tả trên đây, thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA được chọn, mà được gọi là các khe CCA bị trì hoãn. Một hoặc nhiều khe CCA bị trì hoãn này bao gồm khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và/hoặc khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT. Thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA đó sao cho thủ tục LBT đối với sóng mang đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý đối với sóng mang đó. Đối với mỗi sóng mang, tại điểm kết thúc của thủ tục LBT, thì nút LAA xác định được trong kênh được quan sát là rảnh, từ đó thực hiện hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý trên kênh được quan sát (bước 1002).

Theo một số phương án, đối với hoạt động đa sóng mang, thì nút LAA thực hiện các thủ tục LBT đối với các sóng mang mà nó sắp truyền trên đó, theo cách có phối hợp, để các thủ tục LBT đối với các sóng mang khác nhau đều kết thúc tại hoặc xung quanh cùng một thời điểm, trong đó thời điểm này là nằm tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền đa sóng mang (ví dụ, tất cả các thủ tục LBT đều kết thúc trong 1 hoặc một vài khoảng thời gian của kí hiệu OFDM tính từ điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền đa sóng mang).

Về mặt này, Fig.25 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của nút LAA để thực hiện các thủ tục LBT đối với nhiều sóng mang theo cách có phối hợp, theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA thực hiện các thủ tục LBT có phối hợp giữa nhiều sóng mang đối với

các kênh được quan sát đối với các sóng mang đó (bước 1100). Các thủ tục LBT này có thể là, ví dụ, bất kì trong số các phương án về thủ tục LBT đã mô tả trên đây. Nói chung, như đã mô tả trên đây, các thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA được chọn, mà được gọi là các khe CCA bị trì hoãn. Một hoặc nhiều khe CCA bị trì hoãn này bao gồm khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT, một hoặc nhiều khe CCA trung gian của thủ tục LBT, và/hoặc khe CCA cuối cùng của thủ tục LBT. Các thủ tục LBT này trì hoãn một hoặc nhiều khe CCA đó sao cho các thủ tục LBT đối với các sóng mang đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý đối với các sóng mang tương ứng đó. Ngoài ra, các thủ tục LBT đó được thực hiện theo cách có phối hợp để chúng kết thúc tại hoặc gần cùng một thời điểm (tức là tại hoặc gần cùng một điểm bắt đầu mong muốn đối với hoạt động đa sóng mang để truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý). Tại điểm kết thúc của các thủ tục LBT đó, thì nút LAA xác định được rằng các kênh được quan sát là rảnh, từ đó thực hiện các hoạt động truyền dữ liệu/thông tin điều khiển/thông tin quản lý trên các kênh được quan sát (bước 1102).

Theo một số phương án khác về thủ tục LBT đối với hoạt động đa sóng mang, thì nút LAA mà sắp truyền dữ liệu sẽ áp dụng thủ tục LBT cho dữ liệu theo bất kì trong số các phương án đã mô tả trên đây trong phần có tiêu đề là “Thủ tục LBT đối với các hoạt động truyền dữ liệu” trên sóng mang đơn mà nút LAA đó sắp sử dụng (ở đây được gọi là sóng mang chủ). Trên ít nhất một sóng mang khác mà nút LAA đó được cho là truyền trên đó (ở đây được gọi là sóng mang phụ hoặc sóng mang thứ cấp), thì nút LAA đó sử dụng thủ tục LBT như được thể hiện trên Fig.26. Thời lượng CCA ban đầu T_0 trên sóng mang phụ được đồng chỉnh với thời lượng CCA cuối cùng của sóng mang chủ. Theo cách này, các thủ tục LBT đối với sóng mang chủ và sóng mang phụ được phối hợp sao cho các thủ tục LBT đó kết thúc tại hoặc gần cùng một thời điểm. Nếu sóng mang phụ được thấy là rảnh, thì nút LAA có thể

dùng sóng mang phụ đó để truyền. Nếu sóng mang phụ được thấy là không rảnh, thì nút LAA sẽ không dùng sóng mang phụ đó để truyền.

Cụ thể hơn, như được thể hiện trên Fig.26, nút LAA đưa ra quyết định trì hoãn đối với sóng mang phụ (bước 1200). Ở đây, quyết định trì hoãn là quyết định đối với việc có cần trì hoãn khe CCA ban đầu đối với kênh được quan sát đối với sóng mang phụ đó hay không, để cho khe CCA ban đầu đó được đồng chỉnh (theo thời gian) với khe CCA cuối cùng đối với thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang chủ. Khi đưa ra quyết định là cần trì hoãn khe CCA ban đầu đối với kênh được quan sát đối với sóng mang thứ cấp, thì nút LAA sẽ trì hoãn khe CCA ban đầu đó đến điểm bắt đầu CCA tiếp theo (bước 1202). Theo cách này, khe CCA ban đầu đó được đồng chỉnh thời gian với khe CCA cuối cùng đối với thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang chủ.

Khi đưa ra quyết định là không cần trì hoãn, hoặc sau khi đã trì hoãn khe CCA ban đầu đó khi đưa ra quyết định là có cần trì hoãn, thì nút LAA sẽ quan sát kênh được quan sát đối với sóng mang thứ cấp trong thời lượng ban đầu T_0 (bước 1204). Khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh, thì thủ tục LBT đối với sóng mang phụ kết thúc, và nút LAA thực hiện hoạt động truyền trên sóng mang phụ đó (bước 1206). Ngược lại, khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận, thì quy trình trở về bước 1200.

Nút LAA có thể là UE, eNB hoặc trạm chuyển tiếp.

Thủ tục LBT với các lớp chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS)

Theo phương án khác, thủ tục LBT có thể hỗ trợ dữ liệu với các yêu cầu chất lượng dịch vụ (Quality of Service - QoS) khác nhau đối với hoạt động LAA. Theo phương án thứ nhất, trên đường xuống, khi một số kênh mang cần được truyền đến UE, thì trọng số w được tính toán tại eNB (hoặc nút LAA) đối với mỗi kênh mang, dựa trên bộ nhận dạng lớp QoS (QoS Class Identifier - QCI) được liên kết và thuật toán lập lịch, ví dụ, thuật toán

lập lịch công bằng theo tỉ lệ hoặc thuật toán lập lịch theo vòng robin. Sau đó trọng số w này được đưa vào bộ lập lịch để quyết định lập lịch đường xuống đối với kênh mang cần được truyền đến UE. Nếu kênh mang đó của UE được lập lịch để truyền từ eNB trên khung con n trên tế bào LAA trong phổ tần không phép, thì trọng số đó được ánh xạ vào thiết đặt LBT nhất định mà bao gồm thuật toán LBT và các thông số tương ứng của nó, chẳng hạn các điểm bắt đầu CCA theo thời gian. Lưu ý rằng trọng số w có thể là một khoảng giá trị mà trong đó các trọng số khác nhau tương ứng với các khoảng giá trị không chồng nhau.

Theo phương án thứ hai, trên UL, đối với UE có dữ liệu cần được truyền đến eNB, thì trọng số w được tính toán tại eNB đó dựa trên các QCI được báo cáo từ UE và thuật toán lập lịch, ví dụ, thuật toán lập lịch công bằng theo tỉ lệ hoặc thuật toán lập lịch theo vòng robin. Sau đó trọng số w này được nhập vào bộ lập lịch để quyết định lập lịch đường lên cho UE. Nếu UE được lập lịch để truyền đường lên trên khung con n trên tế bào LAA trong phổ tần không phép, thì trọng số đó được ánh xạ vào thiết đặt LBT nhất định mà bao gồm thuật toán LBT và các thông số tương ứng của nó, ví dụ, thời gian cảm nhận CCA ban đầu, thời gian cảm nhận CCA được kéo dài, các điểm bắt đầu CCA, và khoảng số rút lui ngẫu nhiên đối với hoạt động CCA được kéo dài, v.v..

Đối với cả hai phương án nêu trên, thì các thông điệp điều khiển lớp vật lý và các thông điệp điều khiển lớp MAC (Medium Access Control - điều khiển truy cập môi trường), mà không được liên kết một cách bình thường với kênh mang, cũng có thể được cho một QCI giả để thủ tục LBT có thể đưa việc truyền các thông điệp đó vào sơ đồ ưu tiên hoá. Theo một phiên bản ví dụ của phương án này, các thông điệp đó có thể được cho QCI bằng 0 với độ ưu tiên bằng 0, tức là cao hơn so với bất kì loại dịch vụ nào khác. Theo biến thể khác của phương án này, các thông điệp điều khiển khác nhau có thể có độ ưu tiên khác nhau.

Fig.27 là hình vẽ thể hiện một số ví dụ về các phương án đã mô tả trên đây đối với thủ tục LBT với các lớp QoS. Như được thể hiện trên hình vẽ, nút LAA tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT có trì hoãn CCA, dựa trên lớp QoS của kênh mang được liên kết mà cần được truyền trên kênh được quan sát (bước 1300). Một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT này có thể bao gồm, ví dụ, việc có cần trì hoãn CCA hay không, (các) thời lượng cần sử dụng cho các khe CCA, các điểm bắt đầu CCA mong muốn, và/hoặc khoảng giá trị số rút lui ngẫu nhiên. Sau đó, nút LAA thực hiện thủ tục LBT nhờ sử dụng một hoặc nhiều thiết đặt được tạo cấu hình dựa trên lớp QoS của kênh mang được liên kết đó (bước 1302). Khi thủ tục LBT kết thúc (tức là khi kênh được quan sát được xác định là rảnh theo thủ tục LBT), thì nút LAA đó thực hiện hoạt động truyền dữ liệu/thông tin quản lý/thông tin điều khiển trên kênh được quan sát (bước 1304). Hoạt động truyền này sử dụng kênh mang được liên kết mà có lớp QoS được dùng để tạo cấu hình các thiết đặt LBT.

Fig.27 cũng thể hiện một ví dụ về quy trình để tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt đối với thủ tục LBT có trì hoãn CCA dựa trên lớp QoS của kênh mang được liên kết mà cần được truyền trên kênh được quan sát, theo một số phương án của sáng chế. Lưu ý rằng theo ví dụ này, nút mà tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT cũng là nút LAA; tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở ví dụ này. Ví dụ, đối với trường hợp đường lên, thì nút LAA là UE, hoặc thiết bị không dây, và nút mà tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT có thể là, ví dụ, trạm gốc. Như đã thể hiện, để tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT, thì nút đó sẽ tính trọng số đối với kênh mang được liên kết, dựa trên một hoặc nhiều thông số chẳng hạn như các QCI được liên kết/được báo cáo và thuật toán lập lịch, như đã mô tả trên đây (bước 1400). Theo ví dụ này, nút đó đưa ra quyết định lập lịch để truyền bằng nút LAA (bước 1402). Nút này cũng ánh xạ trọng số tính được đối với kênh mang được liên kết vào một hoặc nhiều thiết đặt đó đối với

thủ tục LBT (bước 1404). Lưu ý rằng việc ánh xạ giữa trọng số tính được và một hoặc nhiều thiết đặt đối với thủ tục LBT là có thể được định trước bởi, ví dụ, nhà điều hành mạng hoặc theo tiêu chuẩn.

Logic để quyết định trì hoãn và xác định điểm bắt đầu CCA

Trong giao thức LBT, có thể có các giá trị mặc định để bắt đầu thủ tục LBT cũng như mỗi hoạt động CCA trong thủ tục LBT đó. Ví dụ, thủ tục LBT, và theo đó là cả CCA ban đầu, đã nêu trong các phương án nêu trên, là có thể bắt đầu tại biên khung con, nhưng không chỉ giới hạn như vậy.

Như được mô tả ở đây, điểm bắt đầu của CCA có thể được trì hoãn. Quyết định trì hoãn điểm bắt đầu của hoạt động CCA có thể dựa trên các yếu tố khác nhau cũng như lượng trì hoãn, tức thời điểm mà hoạt động CCA tiếp theo bắt đầu. Ví dụ:

- Dựa trên vị trí trong khung con của hoạt động CCA cuối cùng mà được thấy là bận. Ví dụ, nếu môi trường được thấy là bận tại đầu khung con, thì khe CCA tiếp theo có thể được trì hoãn đến khung con sau đó (ví dụ, khung con kế tiếp). Ví dụ khác, nếu môi trường được thấy là bận tại giữa khung con, thì khe CCA tiếp theo có thể được trì hoãn đến khung con sau đó (ví dụ, khung con kế tiếp).
- Dựa trên việc đã có bao nhiêu cơ hội LBT thất bại hoặc thành công liên tiếp. Ví dụ, để truyền thông tin quản lý và thông tin điều khiển, thì thời điểm bắt đầu của thủ tục LBT mới có thể được trì hoãn và được cập nhật dựa trên những gì đã xảy ra trong những lần thử LBT tương ứng trước đó. Ví dụ, thủ tục LBT có thể được bắt đầu sớm hơn 1 ms sau khi 1 cơ hội bị bỏ lỡ, sớm hơn 2 ms sau khi 2 cơ hội bị bỏ lỡ, v.v.. Lượng tăng có thể là các giá trị khác 1 ms, ví dụ, 0,5 ms.

- Dựa trên các phụ tải của hệ thống. Đối với các phụ tải lớn hơn thì thủ tục LBT có thể được bắt đầu sớm hơn so với các phụ tải nhỏ hơn.
- Dựa trên việc dò thấy (các) tín hiệu LTE khác khi kênh bận, thì hoạt động CCA có thể được trì hoãn ít nhất là đến khung con sau đó (ví dụ, khung con kế tiếp) dựa trên bậc chi tiết là 1 ms của các hoạt động truyền LTE.

Thủ tục LBT dựa trên đường lên

Các phương án nêu trên là áp dụng được cho đường lên cũng như đường xuống. Trên đường lên, thủ tục LBT là áp dụng được cho các tín hiệu và các kênh được truyền trên đường lên, ví dụ như PUSCH, tín hiệu tham chiếu thăm dò (Sounding Reference Signal - SRS), kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (Physical Random Access Channel - PRACH), và kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel - PUCCH). Trên đường lên, thì trạm gốc (tức là eNB đối với hệ thống LTE) có thể tạo cấu hình UE để áp dụng thủ tục LBT có trì hoãn CCA hoặc không. Ngoài ra, trong một ấn định lập lịch, tức phép cấp đường lên, thì trạm gốc có thể chỉ thị cho UE rằng UE nên hoặc không nên tái sinh hạt giống ngẫu nhiên mới. Nếu UE được chỉ thị là nên tiếp tục mà không sinh ra hạt giống ngẫu nhiên mới, thì UE sẽ áp dụng các phương án nêu trên. Việc chỉ thị này có thể được thực hiện bằng bit hoặc trường bit trong thông điệp DCI. Quy trình này cũng có thể khác với hoạt động truyền PUSCH hoặc SRS không theo chu kỳ.

Cấu hình mạng đối với thủ tục LBT

Như đã mô tả trên đây, theo một số phương án, thủ tục LBT mà được thực hiện bởi UE 22 (mà có thể tổng quát hơn là thiết bị không dây) là có thể được tạo cấu hình bởi nút mạng, ví dụ như trạm gốc. Cấu hình này có thể nói chung là cho thủ tục LBT hoặc cho thủ tục LBT có trì hoãn CCA theo, ví dụ,

phương án bất kì trong số các phương án đã mô tả trên đây. Về mặt này, Fig.28 là hình vẽ thể hiện sự hoạt động của trạm gốc 24 để tạo cấu hình thủ tục LBT cho đường lên từ thiết bị không dây 22 trong phổ tần không phép, theo một số phương án của sáng chế. Trạm gốc 24 có thể là, ví dụ, trạm gốc lớn, chẳng hạn các trạm gốc lớn 12 trên Fig.13, hoặc là trạm gốc công suất thấp, chẳng hạn các nút có công suất thấp 16 trên Fig.13.

Như được thể hiện trên hình vẽ, trạm gốc 24 xác định một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT đối với đường lên từ thiết bị không dây 22 (bước 1500). Một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT đó có thể, ví dụ, được xác định dựa trên QoS của kênh mang được liên kết, nhưng không bị giới hạn như vậy. Một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT đó có thể bao gồm, ví dụ, việc có áp dụng sự trì hoãn CCA hay không, (các) thời lượng của các khe CCA, các điểm bắt đầu CCA mong muốn, khoảng giá trị đối với bộ đếm rút lui N, và/hoặc các yếu tố tương tự. Sau đó trạm gốc 24 tạo cấu hình cho thiết bị không dây 22 bằng một hoặc nhiều thiết đặt đối với thủ tục LBT (bước 1502). Sau đó thiết bị không dây 22 thực hiện thủ tục LBT theo một hoặc nhiều thiết đặt này (bước 1504). Tại điểm kết thúc của thủ tục LBT, thiết bị không dây 22 thực hiện hoạt động truyền dữ liệu/thông tin quản lý/thông tin điều khiển (bước 1506). Điều quan trọng là quy trình trên Fig.28 không chỉ giới hạn ở việc tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT có trì hoãn CCA; thay vào đó, quy trình này đều áp dụng được cho việc tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt đối với loại thủ tục LBT bất kì.

Fig.29 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của nút truy cập vô tuyến 26 (ví dụ, trạm gốc lớn 12 hoặc nút công suất thấp 16) theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên hình vẽ, theo ví dụ này, nút truy cập vô tuyến 26 bao gồm khối băng gốc 28 có một hoặc nhiều bộ xử lý 30 (ví dụ, một hoặc nhiều bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU), một hoặc nhiều mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), một hoặc nhiều mảng công lập trình được dạng trường (Field

Programmable Gate Array - FPGA), và/hoặc các phương tiện tương tự), bộ nhớ 32, và giao diện mạng 34. Nút truy cập vô tuyến 26 cũng bao gồm một hoặc nhiều khối vô tuyến 36 có một hoặc nhiều bộ phát 38 và một hoặc nhiều bộ thu 40 được nối với một hoặc nhiều ăng ten 42. Theo một số phương án, chức năng của nút LAA ở đây được thực hiện bằng phần mềm được lưu giữ trong, ví dụ, bộ nhớ 32 và được thực thi bởi (các) bộ xử lý 30.

Fig.30 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của eNB 26 theo một số phương án khác của sáng chế. Phần mô tả này áp dụng được một cách tổng quát hơn cho bất kì nút truy cập vô tuyến nào. Như được thể hiện trên hình vẽ, theo ví dụ này, eNB 26 bao gồm môđun LBT 44 và môđun truyền 46, mỗi trong số đó đều được thực hiện bằng phần mềm. Môđun LBT 44 hoạt động để thực hiện các thủ tục LBT theo phương án bất kì trong số các phương án đã mô tả ở đây. Môđun truyền 46 hoạt động để truyền (qua (các) bộ phát liên quan của nút truy cập vô tuyến 26, không được thể hiện trên hình vẽ) trong dải tần không phép theo các thủ tục LBT mà được thực hiện bởi môđun LBT 44, như đã mô tả trên đây.

Fig.31 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của UE 22 theo một số phương án của sáng chế. Như được thể hiện trên hình vẽ, UE 22 này bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 48 (ví dụ, một hoặc nhiều CPU, một hoặc nhiều ASIC, một hoặc nhiều FPGA, và/hoặc các phương tiện tương tự), bộ nhớ 50, và bộ thu phát 52 bao gồm một hoặc nhiều bộ phát 54 và một hoặc nhiều bộ thu 56 được nối với một hoặc nhiều ăng ten 58. Theo một số phương án, chức năng của nút LAA ở đây được thực hiện bằng phần mềm được lưu giữ, ví dụ, trong bộ nhớ 50 và được thực thi bởi (các) bộ xử lý 48.

Fig.32 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của UE 22 theo một số phương án khác của sáng chế. Như được thể hiện trên hình vẽ, UE 22 này bao gồm môđun LBT 60 và môđun truyền 62, mỗi trong số đó được thực hiện bằng phần mềm. Môđun LBT 60 hoạt động để thực hiện các thủ tục LBT theo phương án bất kì trong số các phương án đã mô tả ở đây. Môđun truyền 62

hoạt động để truyền (qua (các) bộ phát liên quan của UE 22, không được thể hiện trên hình vẽ) trong dải tần không phép theo các thủ tục LBT mà được thực hiện bởi môđun LBT 60, như đã mô tả trên đây.

Theo một số phương án, sáng chế đề xuất chương trình máy tính bao gồm các lệnh mà, khi được thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý, thì sẽ làm cho ít nhất một bộ xử lý đó thực hiện chức năng của nút LAA theo phương án bất kì trong số các phương án đã mô tả ở đây. Theo một số phương án, sáng chế đề xuất phương tiện mang chứa sản phẩm chương trình máy tính nêu trên. Phương tiện mang này là một trong số tín hiệu điện tử, tín hiệu quang, tín hiệu vô tuyến, hoặc phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính (ví dụ, phương tiện bất biến đọc được bằng máy tính, chẳng hạn bộ nhớ 32).

Mặc dù sáng chế không bị giới hạn ở hoặc bởi (những) ưu điểm cụ thể nào, nhưng các ưu điểm như sau đã được nhận thấy. Ít nhất là theo một số phương án, các hoạt động CCA được chọn có thể được trì hoãn đến các thời điểm cụ thể để giảm thiểu thời lượng của các tín hiệu dành trước kênh bất kì, và ngoài ra còn tạo thuận lợi cho hoạt động truyền các khung con hoàn chỉnh hoặc gần như hoàn chỉnh. Ít nhất là theo một số phương án, việc chọn các hoạt động CCA một cách phù hợp có thể cho phép nút mà đang thực hiện thủ tục LBT không cần phải thực hiện các hoạt động CCA không cần thiết, điều đó có thể cho phép hoạt động LBT hiệu quả hơn bằng cách giảm mức tiêu thụ công suất. Ít nhất theo một số phương án, LAA LTE có thể cùng tồn tại với Wi-Fi, cũng như với các tế bào LAA LTE liền kề. Ít nhất theo một số phương án, hệ thống LTE độc lập trong các kênh được miễn phép có thể cùng tồn tại với Wi-Fi, cũng như với các tế bào LTE liền kề có áp dụng thủ tục LBT. Ít nhất theo một số phương án, các hoạt động truyền thông tin quản lý và thông tin điều khiển LTE là được ưu tiên so với các hoạt động truyền dữ liệu LTE. Ít nhất theo một số phương án, các hoạt động truyền báo hiệu Wi-Fi được cho phép độ ưu tiên lớn hơn khi truy cập kênh bằng kỹ thuật LAA.

Những chữ viết tắt sau đây được sử dụng trong suốt bản mô tả này.

- 3GPP 3rd Generation Partnership Project - dự án hợp tác thể hệ thứ ba
- ACK Acknowledgement - báo nhận
- AP Access Point - điểm truy cập
- ARQ Automatic Repeat Request - yêu cầu lặp tự động
- ASIC Application Specific Integrated Circuit - mạch tích hợp chuyên dụng
- BRAN Broadband Radio Access Networks - các mạng truy cập vô tuyến băng rộng
- CA Carrier Aggregation - kết tập sóng mang
- CC Component Carrier - sóng mang thành phần
- CCA Clear Channel Assessment - đánh giá xem kênh có rảnh không
- CIF Carrier Indicator Field - trường chỉ thị sóng mang
- CF Contention Free - không cạnh tranh
- CFI Control Format Indicator - chỉ thị định dạng điều khiển
- CFP Contention-Free Period - khoảng thời gian không cạnh tranh
- CPU Central Processing Unit - khối xử lý trung tâm
- CRC Cyclic Redundancy Check - kiểm độ dư vòng
- CRS Cell Reference Signals - tín hiệu tham chiếu tế bào
- CSMA/CA Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance - đa truy cập cảm nhận sóng mang có tránh xung đột
- DCI Downlink Control Information - thông tin điều khiển đường xuống

- DRS Demodulation Reference Signal - tín hiệu tham chiếu giải điều chế
- DIFS Distributed Inter-Frame Space - khoảng thời gian phân tán giữa các khung
- DFT Discrete Fourier Transform - phép biến đổi Fourier rời rạc
- eNB Evolved Node B - nút B cải tiến
- EPDCCH Enhanced Physical Downlink Control Channel - kênh điều khiển đường xuống vật lý tăng cường
- FDD Frequency Division Duplexing - song công phân chia theo tần số
- FDMA Frequency Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo tần số
- FPGA Field Programmable Gate Arrays - mảng cổng lập trình được dạng trường
- IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers - viện kỹ thuật điện và điện tử
- LAA Licensed Assisted Access - truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép
- LAA SCell Licensed Assisted Access Secondary Cell - tế bào thứ cấp truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép
- LBT Listen Before Talk - nghe trước khi nói
- LTE Long-Term Evolution - phát triển lâu dài
- LTE-U Long-Term Evolution - Unlicensed - phát triển lâu dài không phép
- MAC Medium Access Control - điều khiển truy cập môi trường
- MIB Master Information Block - khối thông tin chủ

- ms milliseconds - mili giây
- μ s microseconds - micrô giây
- OFDM Orthogonal Frequency Divisional Multiplexing -
ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
- PC Point Coordinator - bộ phối hợp điểm
- PCell Primary Cell - tế bào sơ cấp
- PCF Point Coordination Function - hàm phối hợp điểm
- PCID Primary Cell Identifier - bộ nhận dạng tế bào sơ cấp
- PDCCH Physical Downlink Control Channel - kênh điều
khiển đường xuống vật lý
- PDSCH Physical Downlink Shared Channel - kênh dùng
chung đường xuống vật lý
- PIFS Inter-Frame Space - không gian giữa các khung
- PUSCH Physical Uplink Shared Channel - kênh dùng chung
đường lên vật lý
- QoS Quality of Service - chất lượng dịch vụ
- QCI QoS Class Identifier - bộ nhận dạng lớp QoS
- RRC Radio Resource Control - điều khiển tài nguyên vô
tuyến
- RRH Remote Radio Heads - bộ thu phát vô tuyến ở xa
- SCell Secondary Cell - tế bào thứ cấp
- SC-FDMA Single Carrier Frequency Division Multiple Access
- đa truy cập phân chia theo tần số đơn sóng mang
- SIFS Short Inter-Frame Space - khoảng thời gian ngắn
giữa các khung
- SRS Sounding Reference Signal - tín hiệu tham chiếu
thăm dò

- TDD Time Division Duplexing - song công phân chia theo thời gian
- TL Threshold Level - mức ngưỡng
- UE User Equipment - thiết bị người dùng
- Wi-Fi Wireless Fidelity - mạng Wi-Fi
- WLAN Wireless Local Area Network - mạng cục bộ không dây

Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này có thể cải tiến và cải biến các phương án của sáng chế. Tất cả những phương án cải tiến và cải biến đó đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế và các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành nút của mạng truyền thông tế bào, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

thực hiện thủ tục nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) đối với kênh được quan sát trong phổ tần không phép, thủ tục LBT này bao gồm các bước:

chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui, N ;

thực hiện việc đánh giá xem kênh có rảnh không (Clear Channel Assessment - CCA) thứ nhất đối với kênh được quan sát trong thời lượng CCA ban đầu, T_0 ;

khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong thao tác CCA thứ nhất, thì thực hiện thao tác CCA đối với kênh được quan sát trong N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , khác với T_0 , mà sau đó thủ tục LBT sẽ được thực hiện; và

trì hoãn việc thực hiện CCA đối với kênh được quan sát trong ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 này, để thủ tục LBT tiếp tục hoặc kết thúc tại hoặc gần điểm có vị trí mong muốn so với biên khung con, trong đó bộ đếm rút lui, N , không bị giảm trong lúc việc CCA đang bị hoãn; và

thực hiện việc truyền trên kênh được quan sát khi hoàn tất thủ tục LBT.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm, đối với mỗi CCA trong số ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , mà bị trì hoãn bởi thủ tục LBT, bước trì hoãn việc thực hiện CCA đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo trong số các điểm bắt đầu CCA mong muốn.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các điểm bắt đầu CCA mong muốn là được định trước so với các biên khung con.
4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các điểm bắt đầu CCA mong muốn là nằm tại hoặc gần các biên khung con.
5. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các điểm bắt đầu CCA mong muốn là các biên khung con.
6. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các điểm bắt đầu CCA mong muốn là một số lượng định trước các chu kỳ ký hiệu trước các biên khung con.
7. Phương pháp theo điểm 2, trong đó các điểm bắt đầu CCA mong muốn là một số lượng định trước các chu kỳ ký hiệu sau các biên khung con.
8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm, đối với mỗi CCA trong số ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , mà bị trì hoãn bởi thủ tục LBT, bước trì hoãn việc thực hiện CCA đến thời điểm định trước so với biên khung con sau đó.
9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , bao gồm khe CCA đầu tiên của thủ tục LBT.
10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , bao gồm một hoặc nhiều thời lượng CCA trung gian, T_1 , của thủ tục LBT.
11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , bao gồm thời lượng CCA cuối cùng, T_1 , của thủ tục LBT.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước:

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong quá trình CCA thứ nhất, thì trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo; và

quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA tiếp theo mà có thời lượng CCA ban đầu, T_0 , bắt đầu tại điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo này.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước, khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong quá trình CCA thứ nhất, thì:

quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA bổ sung mà có thời lượng CCA, T_1 ; và

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong thời lượng CCA bổ sung, T_1 , thì trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước:

thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N , bằng 1;

khi bộ đếm rút lui, N , đạt tới giá trị bằng 1, thì đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA cuối cùng của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài này, và theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền dữ liệu; và

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA cuối cùng, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA cuối cùng đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

15. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước:

thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N , bằng 2;

khi bộ đếm rút lui, N , đạt tới giá trị bằng 2, thì quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA mà có thời lượng CCA được kéo dài, T_3 ; và

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong quá trình CCA có thời lượng CCA được kéo dài, T_3 , thì trì hoãn CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

16. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là truyền dữ liệu, và bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước:

thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N , bằng 2;

khi bộ đếm rút lui, N , đạt tới giá trị bằng 2, thì đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài này, và theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền dữ liệu; và

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn CCA tiếp theo, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

17. Phương pháp theo điểm 16, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước, nếu quyết định được đưa ra là không trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo, thì:

quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA mà có thời lượng CCA được kéo dài, T_3 ; và

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong quá trình thực hiện CCA mà có thời lượng CCA được kéo dài, T_3 , thì lặp đi lặp lại bước đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài này hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài này, và theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền dữ liệu.

18. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm các bước:

quan sát kênh được quan sát trong thời lượng CCA thứ nhất, T_0 ;

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong thời lượng CCA bổ sung, T_1 , thì đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo hay không, để cho thủ tục LBT đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý; và

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

19. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm các bước:

đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA thứ nhất hay không, để cho thủ tục LBT đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý; và

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện khe CCA đầu tiên, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA thứ nhất đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước thực hiện thủ tục LBT còn bao gồm các bước:

quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA thứ nhất; và

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong quá trình CCA thứ nhất, thì thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N, bằng 0.

21. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm các bước:

quan sát kênh được quan sát trong quá trình CCA thứ nhất;

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong CCA bổ sung, thì đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo hay không, để cho thủ tục LBT đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý;

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo; và

cho dù quyết định có được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo hay không, thì đều thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N, bằng 0.

22. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc truyền nêu trên là việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm các bước:

đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA thứ nhất hay không, để cho thủ tục LBT đó kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý;

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA thứ nhất, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA thứ nhất đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo;

cho dù quyết định có được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA thứ nhất hay không, thì đều quan sát kênh được quan sát trong thời lượng CCA thứ nhất, T_0 ; và

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong thời lượng CCA thứ nhất T_0 , thì thực hiện thủ tục CCA được kéo dài cho đến khi bộ đếm rút lui, N , bằng 0;

trong đó bước thực hiện thủ tục CCA được kéo dài bao gồm các bước:

quan sát kênh được quan sát trong thời lượng CCA bổ sung, T_1 ;

khi xác định được rằng kênh được quan sát là bận trong CCA bổ sung đó, thì đưa ra quyết định xem có nên trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo của thủ tục CCA được kéo dài hay không, để cho thủ tục CCA được kéo dài này, và theo đó là thủ tục LBT, kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền để điều khiển hoặc việc truyền để quản lý; và

nếu quyết định được đưa ra để trì hoãn việc thực hiện CCA tiếp theo, thì trì hoãn điểm bắt đầu của CCA tiếp theo đến điểm bắt đầu CCA mong muốn tiếp theo.

23. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên hỗ trợ việc truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước:

đối với mỗi sóng mang trong số các sóng mang dành cho hoạt động đa sóng mang mà bao gồm sóng mang thứ nhất và một hoặc nhiều sóng mang bổ sung, thì thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng

mang đó và phổ tần không phép, thủ tục LBT này trì hoãn việc thực hiện ít nhất một CCA để thủ tục LBT này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho việc truyền trên sóng mang đó trong kênh được quan sát, ít nhất một CCA này bao gồm ít nhất một trong số CCA thứ nhất của thủ tục LBT, một hoặc nhiều CCA trung gian của thủ tục LBT, và CCA cuối cùng của thủ tục LBT.

24. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên hỗ trợ việc truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước:

thực hiện thủ tục LBT có phối hợp, có sự trì hoãn CCA, đối với nhiều kênh được quan sát trên nhiều sóng mang đối với hoạt động đa sóng mang mà bao gồm sóng mang thứ nhất và một hoặc nhiều sóng mang bổ sung, để thủ tục LBT có phối hợp này kết thúc tại hoặc gần điểm bắt đầu mong muốn cho các hoạt động truyền trên nhiều sóng mang này.

25. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên hỗ trợ việc truyền đa sóng mang, kênh được quan sát trong phổ tần không phép là dành cho sóng mang thứ nhất, và phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT đối với kênh được quan sát thứ hai đối với sóng mang thứ hai trong phổ tần không phép, thủ tục LBT đối với kênh được quan sát thứ hai này bao gồm bước:

trì hoãn điểm bắt đầu của CCA để quan sát kênh được quan sát thứ hai sao cho CCA để quan sát kênh được quan sát thứ hai này được đồng chỉnh với CCA cuối cùng của thủ tục LBT đối với kênh được quan sát đối với sóng mang thứ nhất.

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

tạo cấu hình một hoặc nhiều thiết đặt cho thủ tục LBT dựa trên lớp chất lượng dịch vụ của kênh mang được liên kết;

trong đó bước thực hiện thủ tục LBT bao gồm bước thực hiện thủ tục LBT nhờ sử dụng một hoặc nhiều thiết đặt này.

27. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ít nhất một số CCA của thủ tục LBT là có các thời lượng khác nhau.

28. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên là thiết bị không dây, và phương pháp này còn bao gồm bước nhận cấu hình của một hoặc nhiều thiết đặt LBT cho thủ tục LBT từ nút mạng.

29. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên là nút truy cập vô tuyến.

30. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên là thiết bị không dây.

31. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên là nút LAA (Licensed Assisted Access - truy cập được hỗ trợ bằng băng tần có phép).

32. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút nêu trên là nút LTE-U (Long Term Evolution Unlicensed - phát triển lâu dài không phép).

33. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước trì hoãn việc thực hiện ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , bao gồm bước trì hoãn ít nhất một trong số thời lượng CCA thứ nhất của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , này, thời lượng CCA cuối cùng của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , này, và ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , này mà không phải là thời lượng CCA thứ nhất hay thời lượng CCA cuối cùng của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 này.

34. Nút của mạng truyền thông tế bào, trong đó nút này bao gồm:

bộ thu phát không dây;

ít nhất một bộ xử lý; và

bộ nhớ chứa các chỉ dẫn phần mềm thực thi được bởi ít nhất một bộ xử lý này, nhờ đó nút này hoạt động được để:

thực hiện thủ tục nghe trước khi nói (Listen Before Talk - LBT) đối với kênh được quan sát trong phổ tần không phép, thủ tục LBT này bao gồm các bước:

chọn ngẫu nhiên bộ đếm rút lui, N ;

thực hiện việc đánh giá xem kênh có rảnh không (Clear Channel Assessment - CCA) thứ nhất đối với kênh được quan sát trong thời lượng CCA thứ nhất, T_0 ;

khi xác định được rằng kênh được quan sát là rảnh trong thao tác CCA thứ nhất, thì thực hiện thao tác CCA đối với kênh được quan sát trong N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , khác với thời lượng CCA, T_0 , mà sau đó thủ tục LBT sẽ được thực hiện; và

trì hoãn việc thực hiện CCA đối với kênh được quan sát trong ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 này, để thủ tục LBT tiếp tục hoặc kết thúc tại hoặc gần điểm có vị trí mong muốn so với biên khung con, trong đó bộ đếm rút lui, N , không bị giảm trong lúc việc CCA đang bị hoãn; và

thực hiện việc truyền trên kênh được quan sát khi hoàn tất thủ tục LBT.

35. Nút theo điểm 34, trong đó bước trì hoãn ít nhất một trong số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , bao gồm bước trì hoãn ít nhất một trong số thời lượng CCA thứ nhất của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , này, thời lượng CCA cuối cùng của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 , này, và ít nhất một trong

số N thời lượng CCA bổ sung, T_1 này mà không phải là thời lượng CCA thứ nhất hay thời lượng CCA cuối cùng của N thời lượng CCA bổ sung, T_1 này.

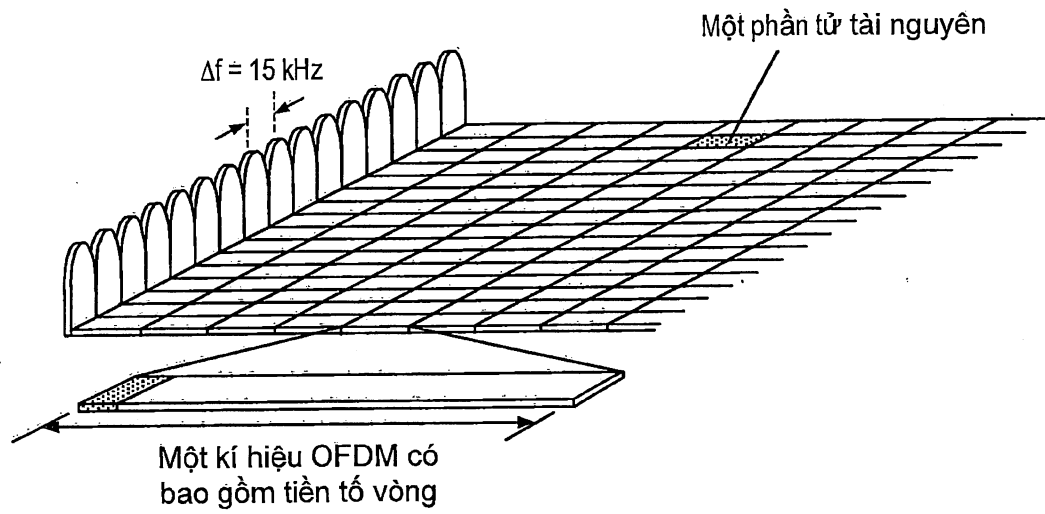


FIG. 1

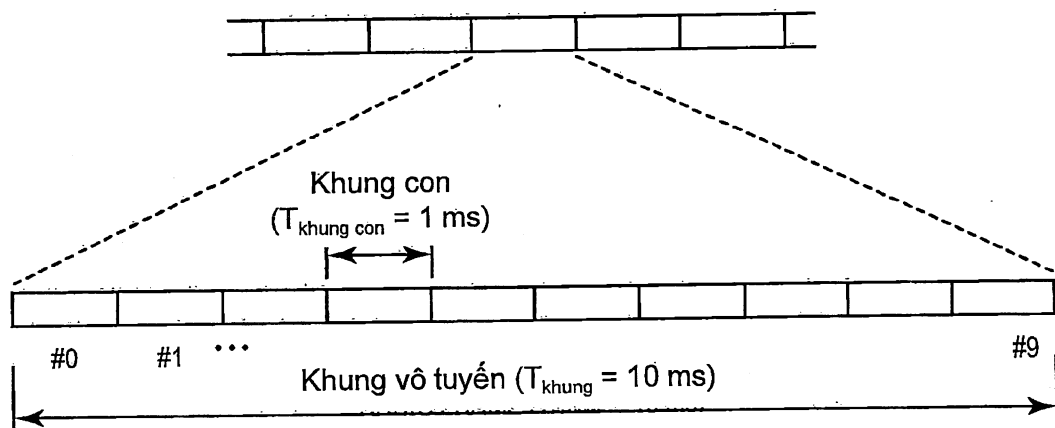
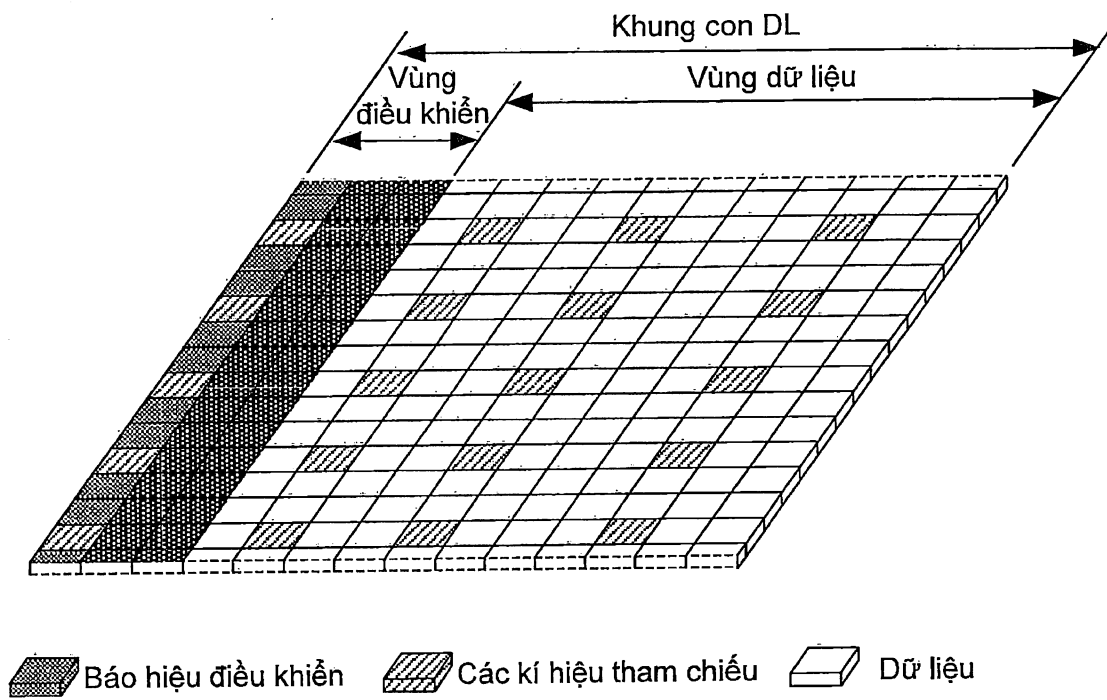
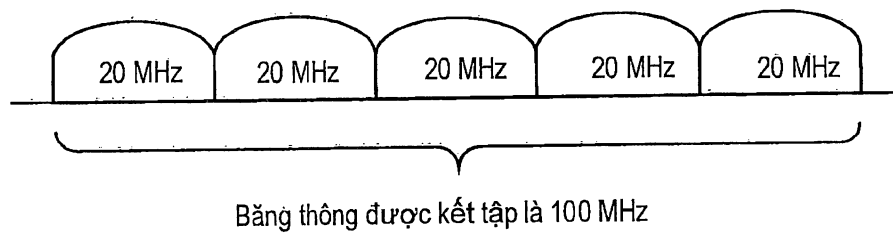


FIG. 2

**FIG. 3****FIG. 4**

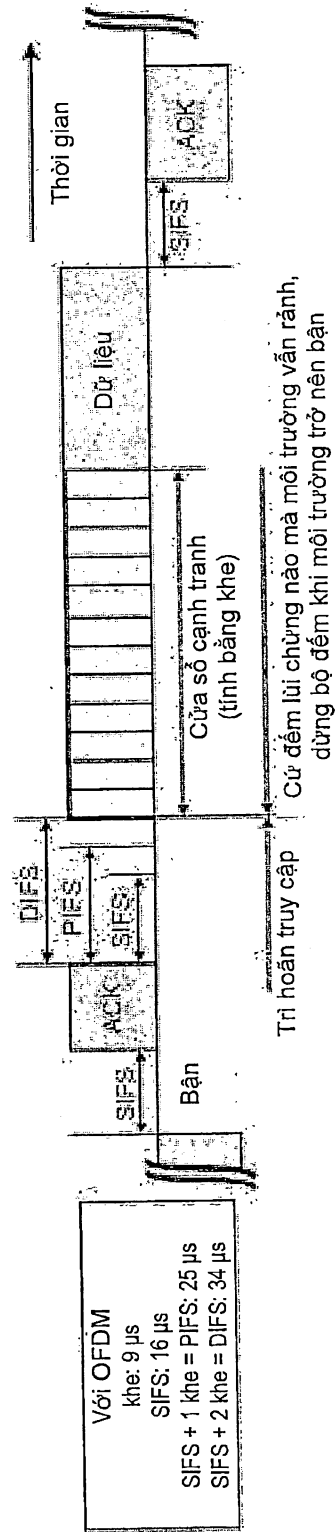
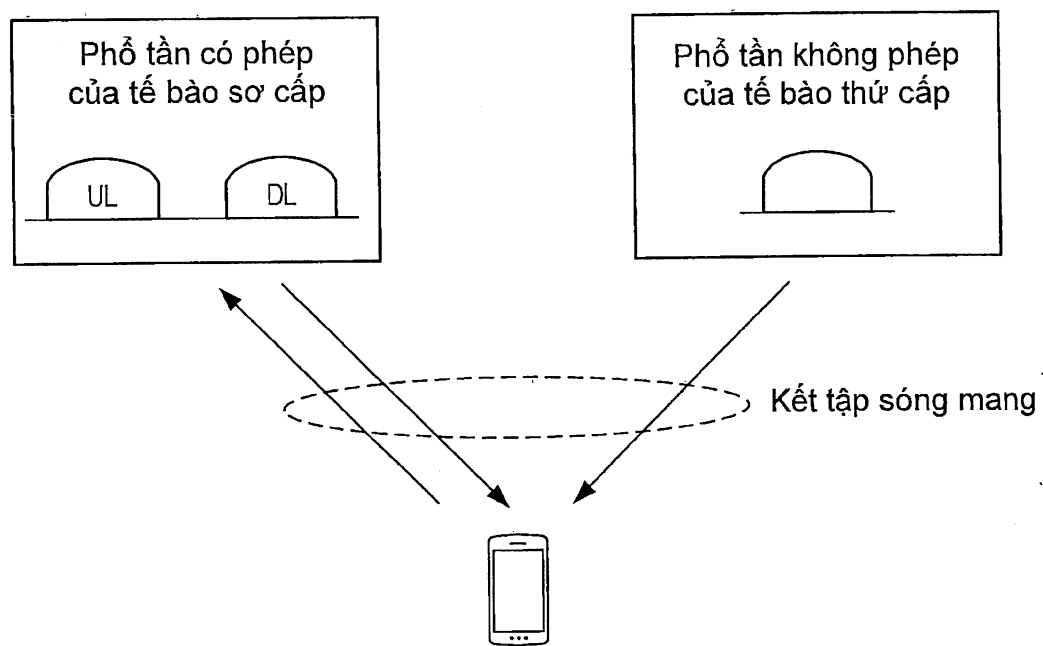


FIG. 5

**FIG. 7**

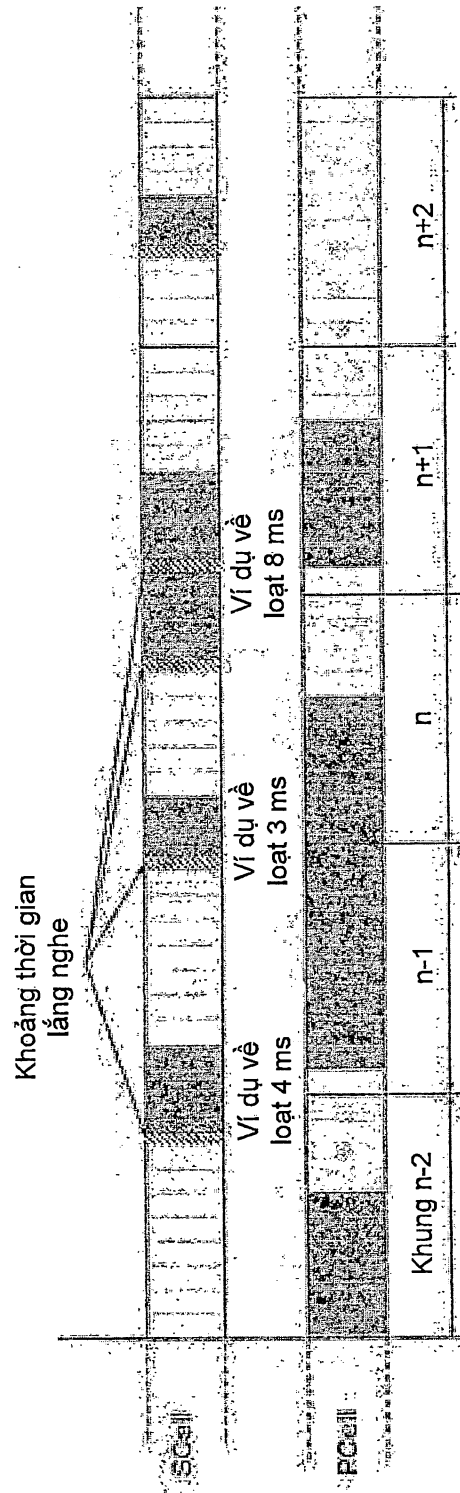


FIG. 8

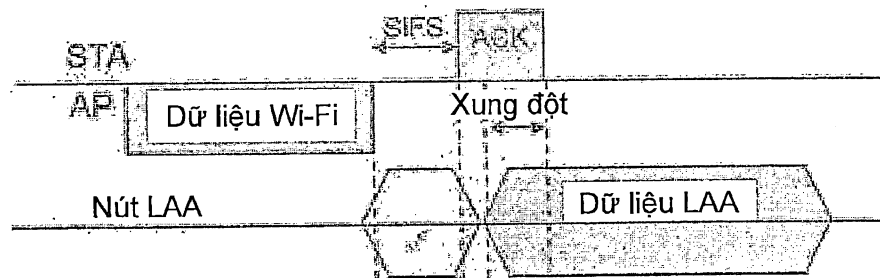


FIG. 9

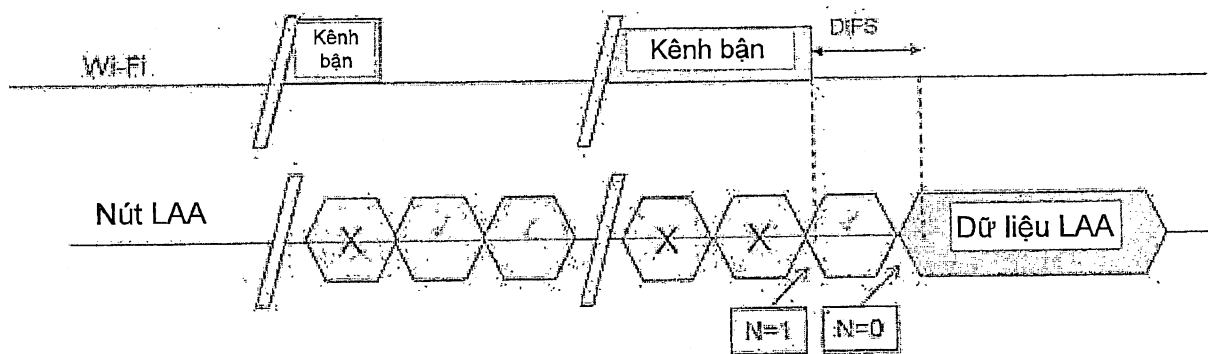


FIG. 10

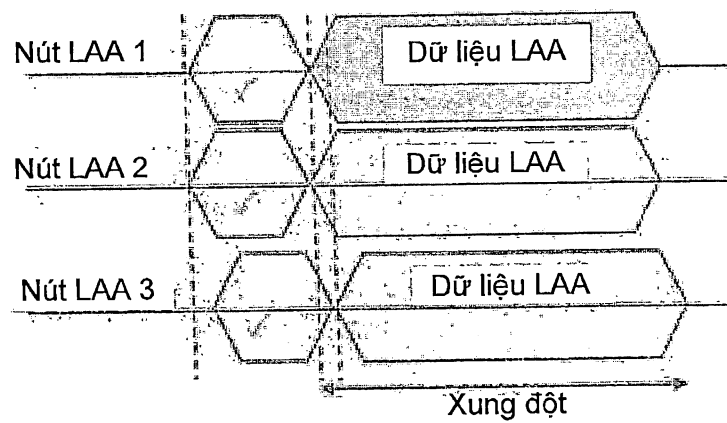


FIG. 11

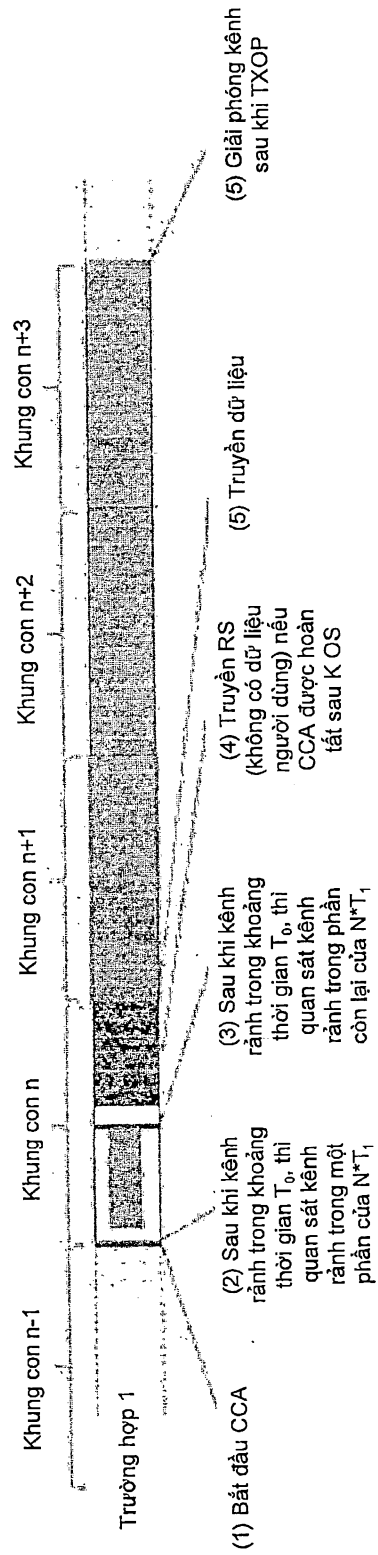


FIG. 12

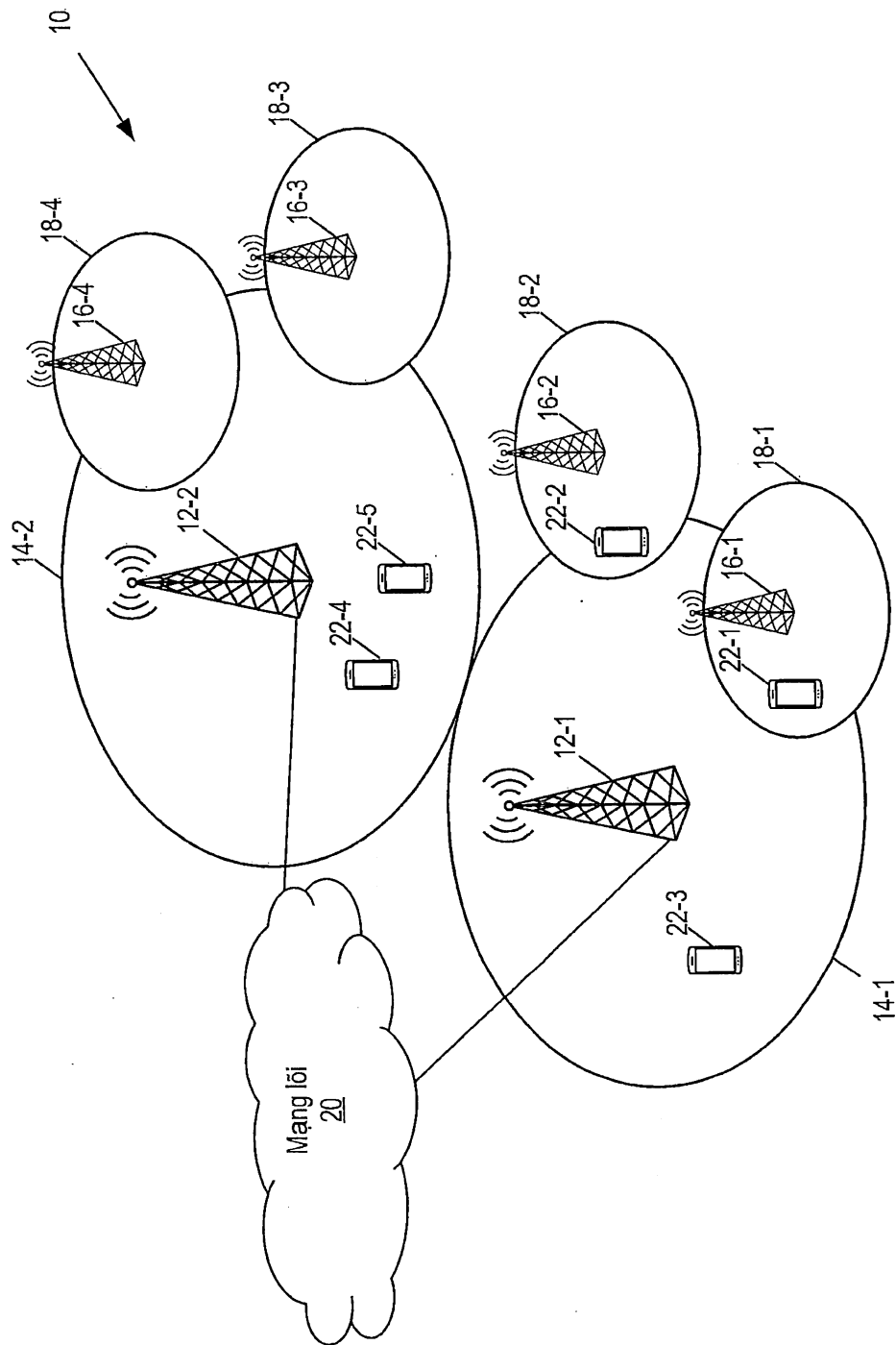
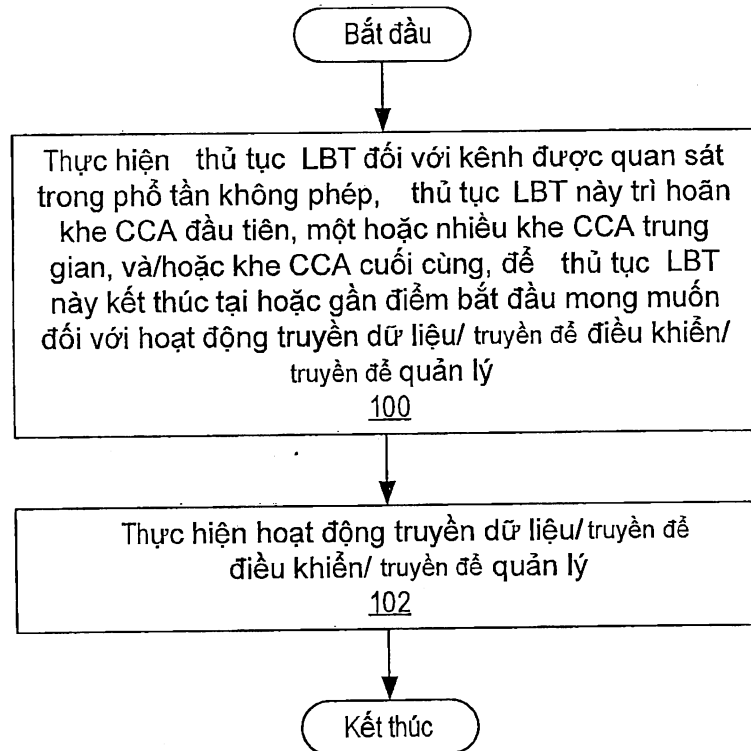


FIG. 13

**FIG. 14**

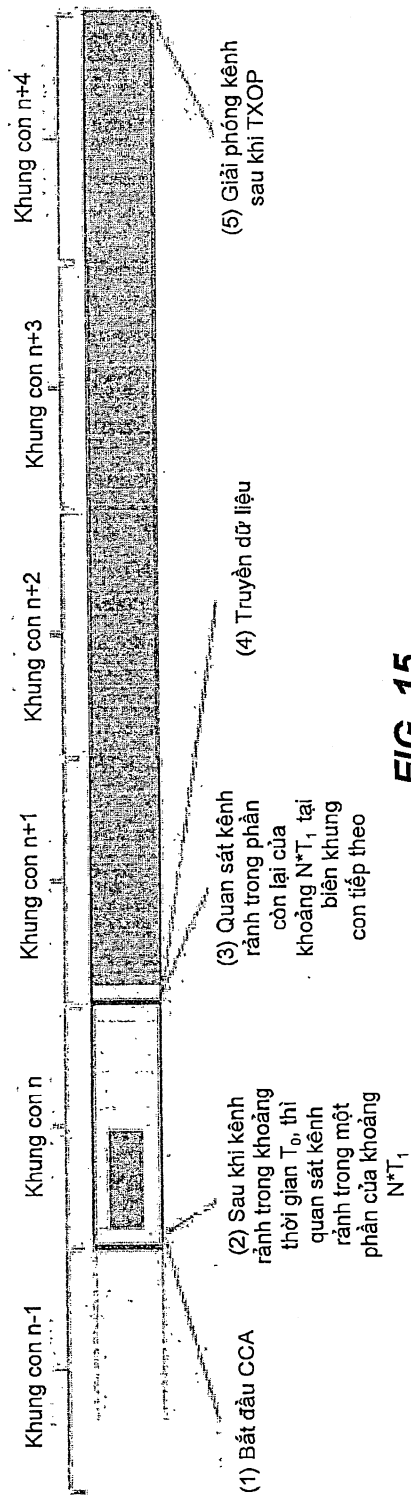


FIG. 15

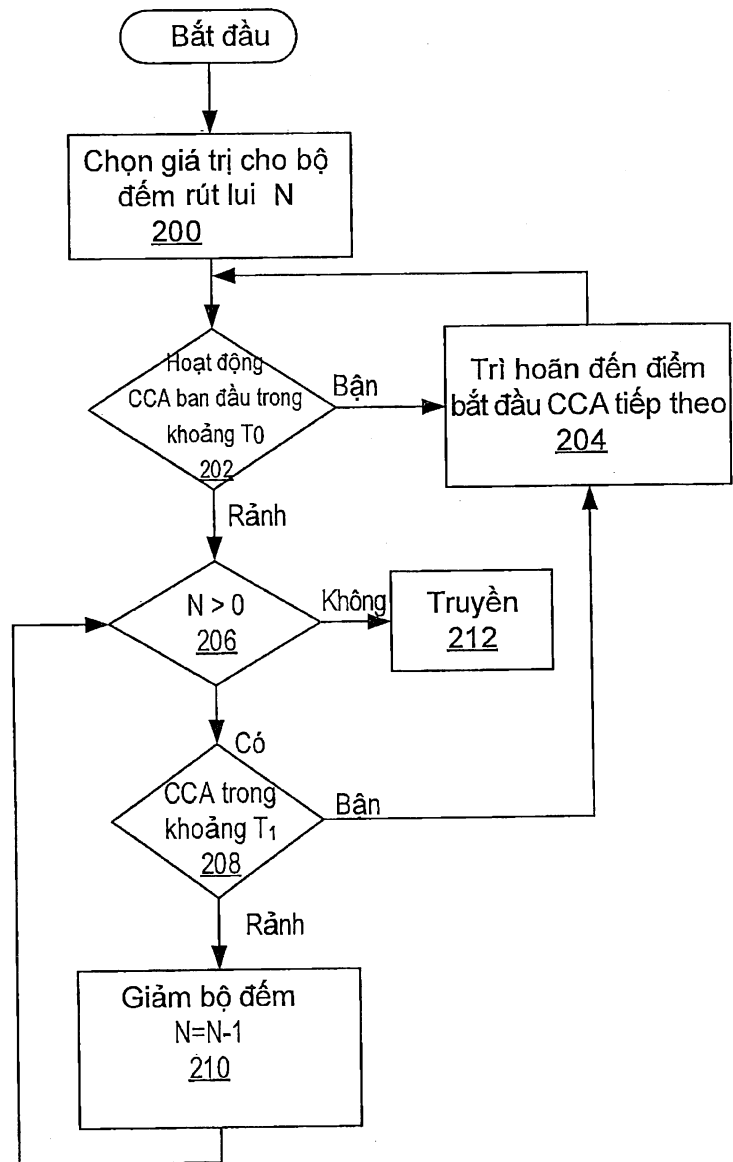


FIG. 16

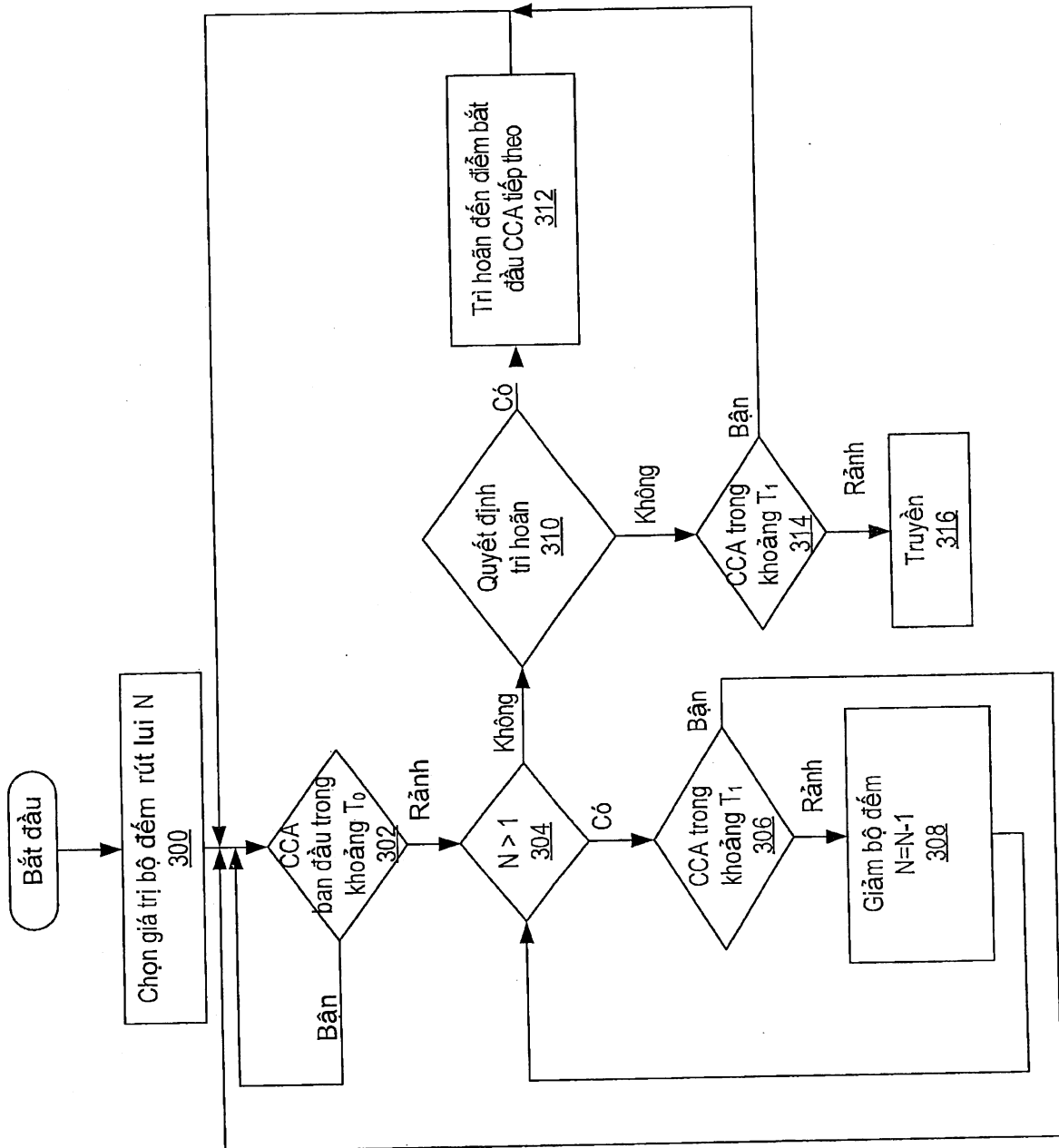


FIG. 17

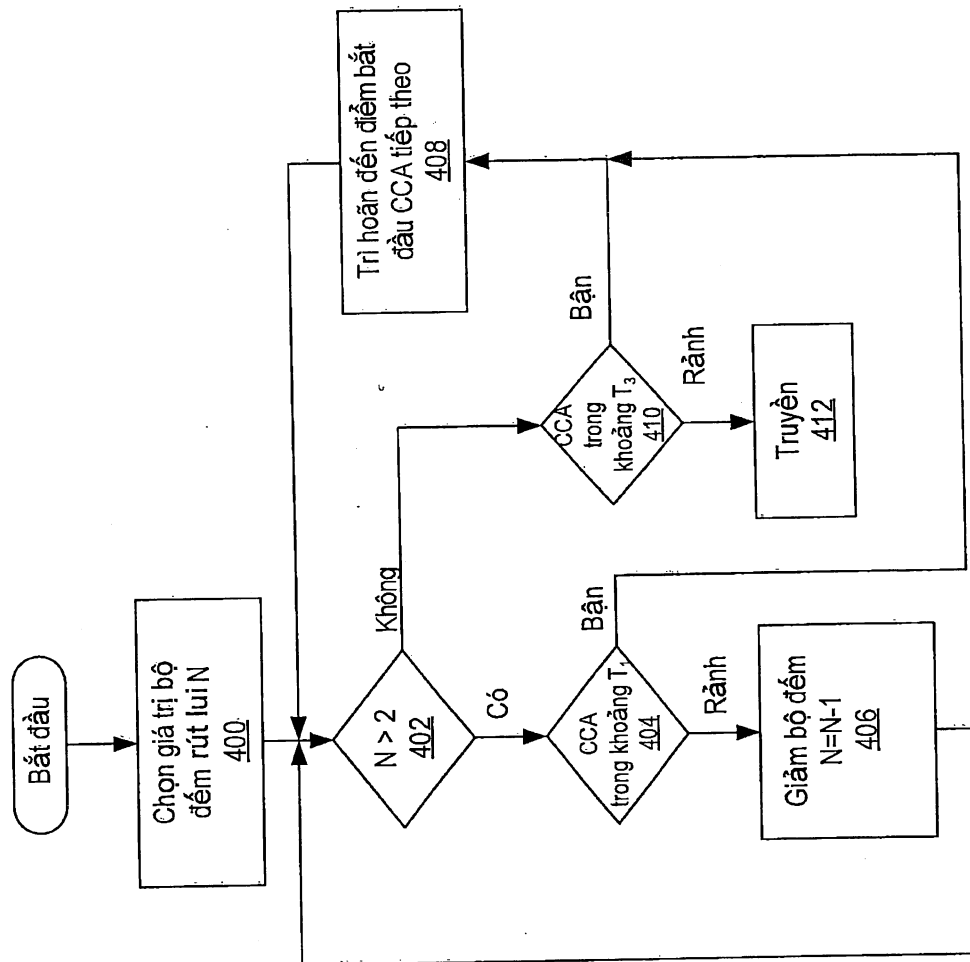


FIG. 18

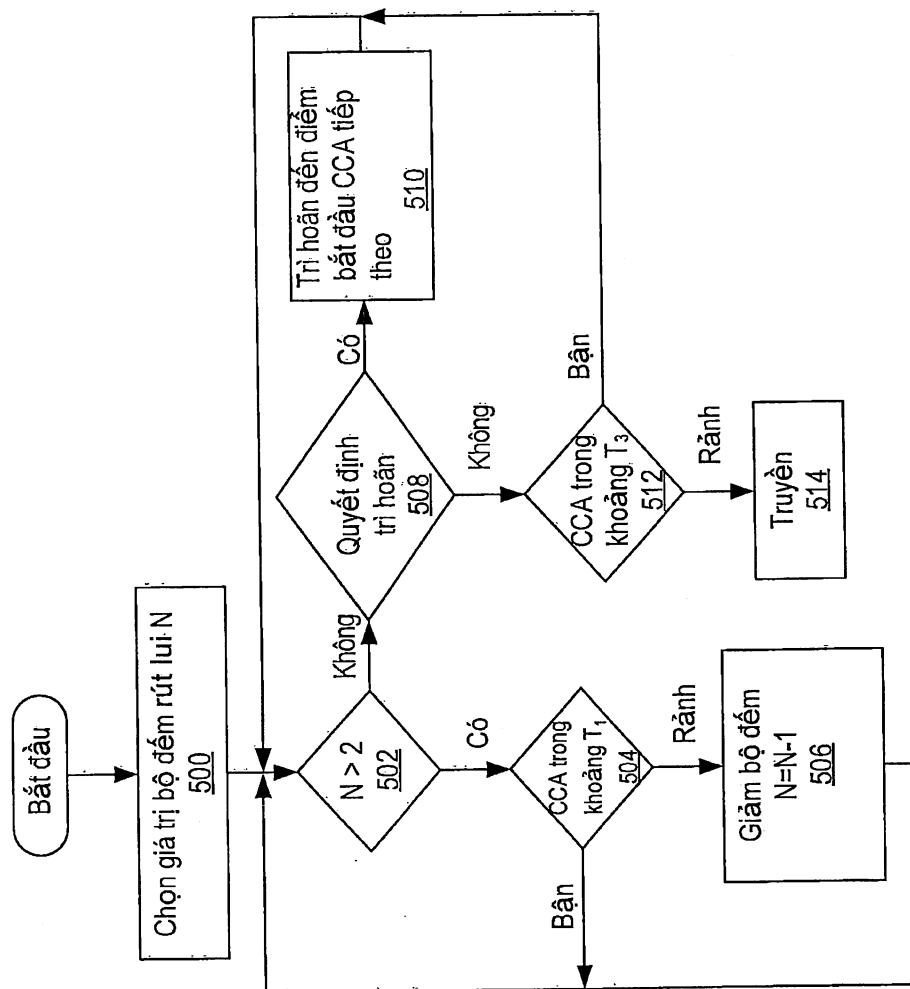


FIG. 19

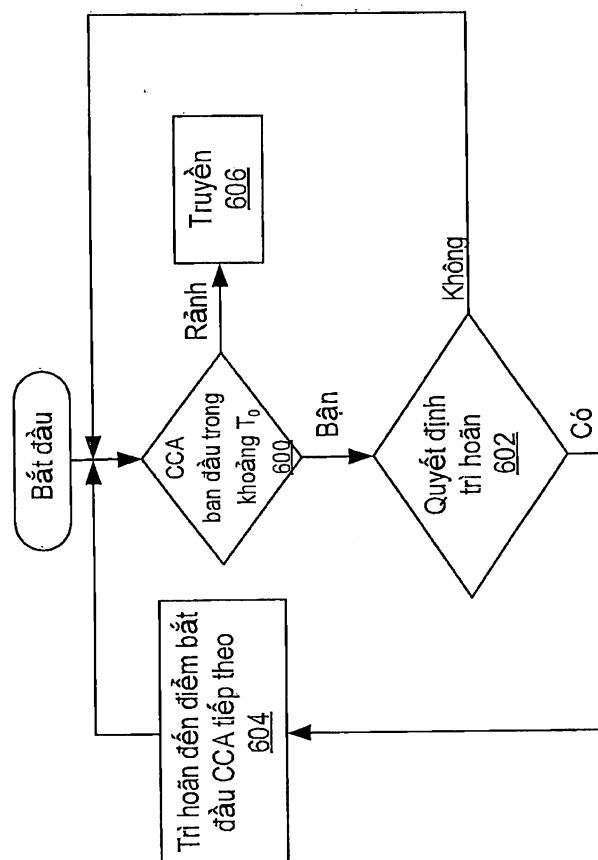


FIG. 20

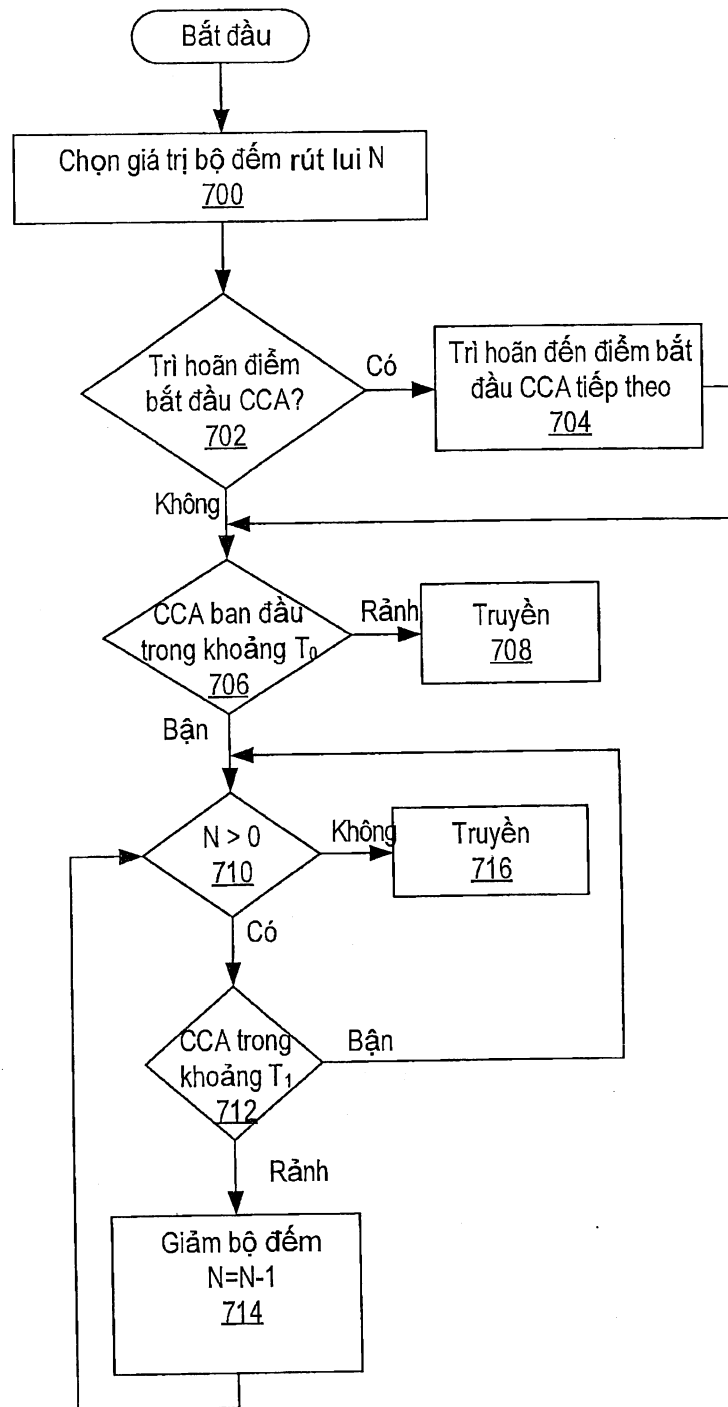
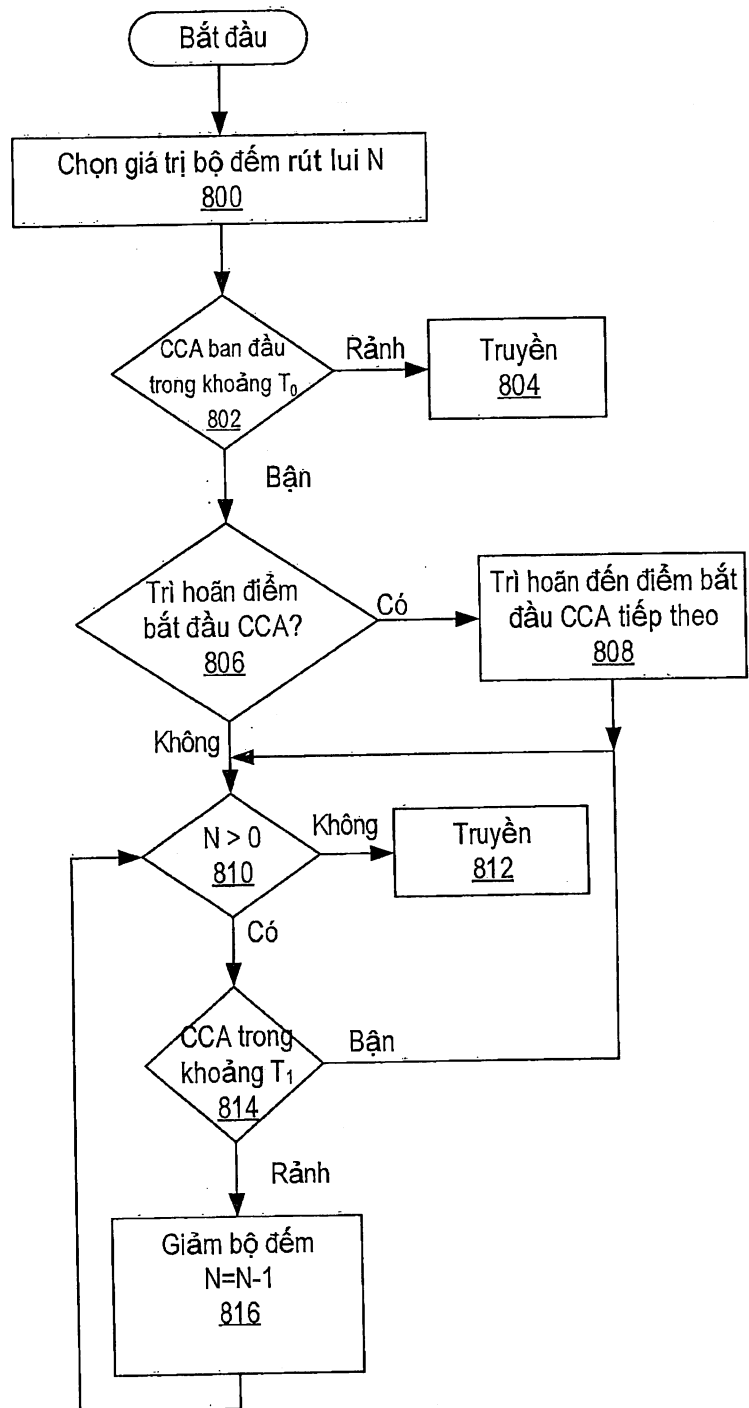


FIG. 21

**FIG. 22**

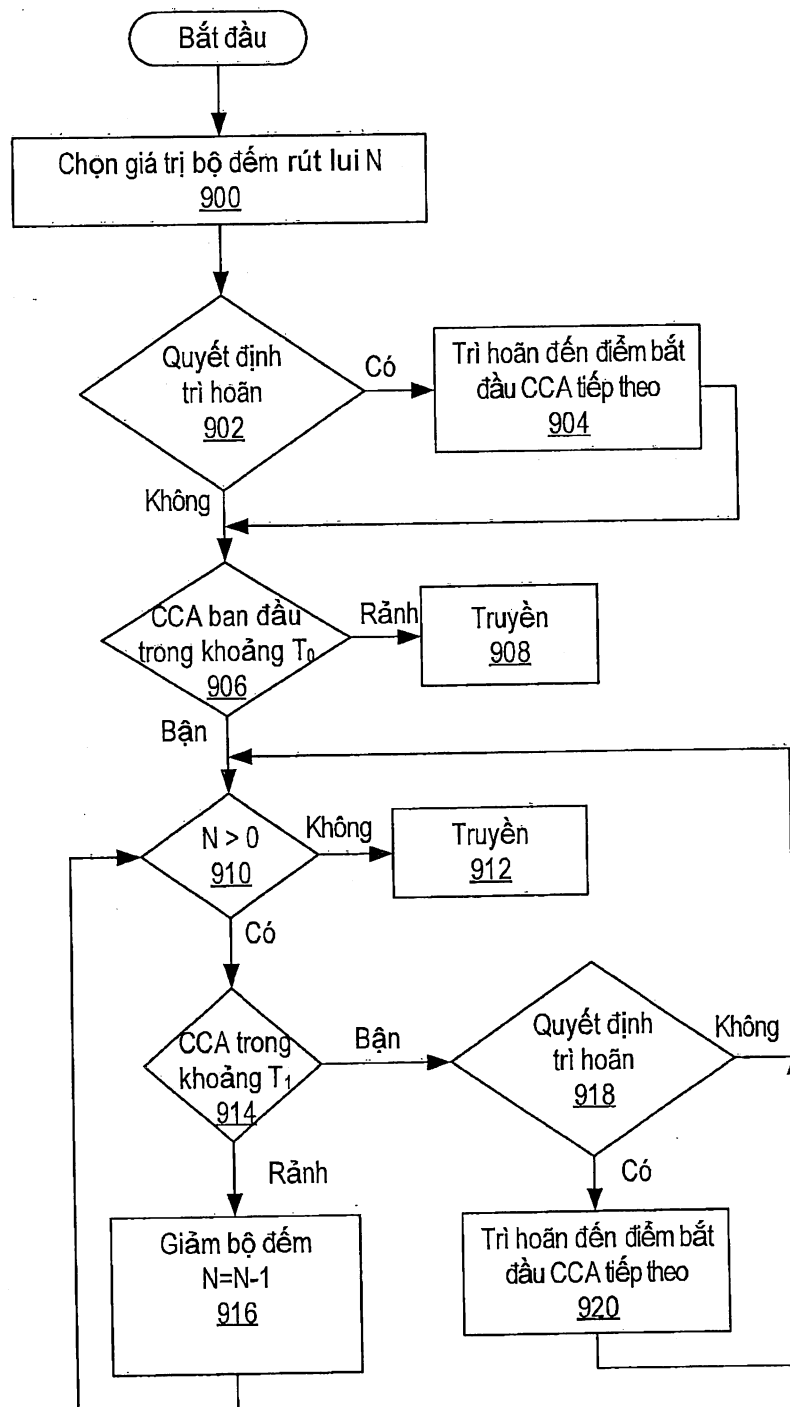
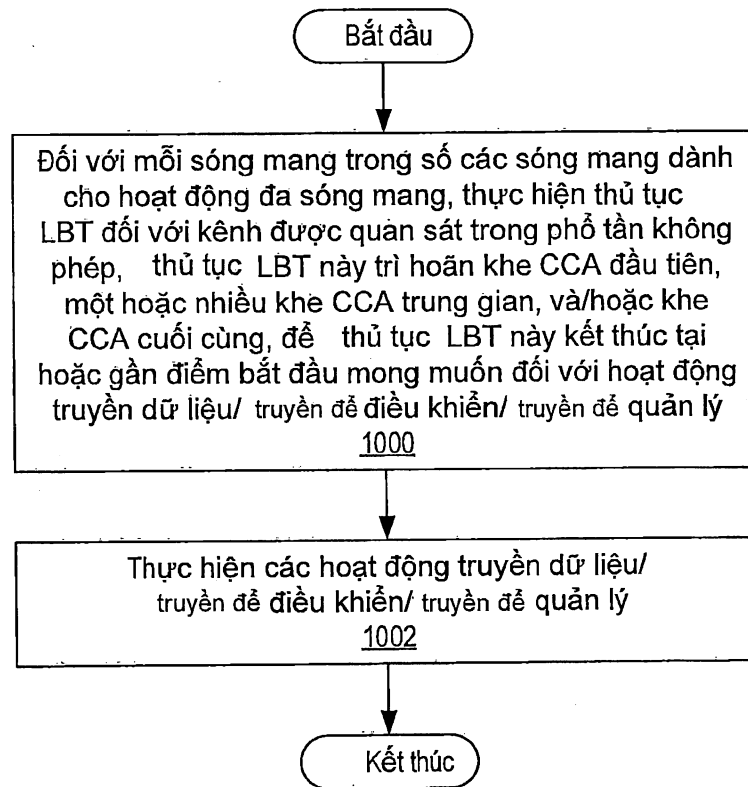
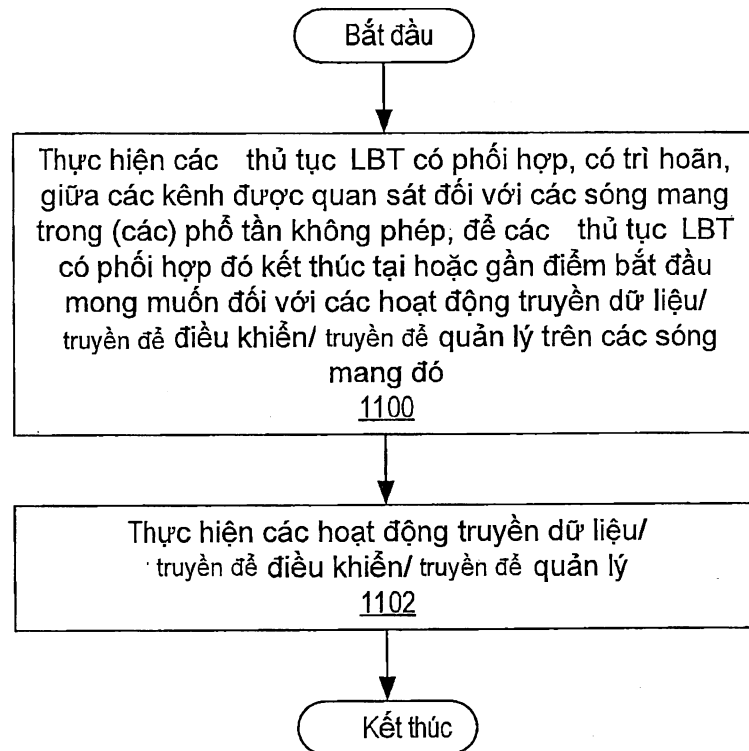


FIG. 23

**FIG. 24**

**FIG. 25**

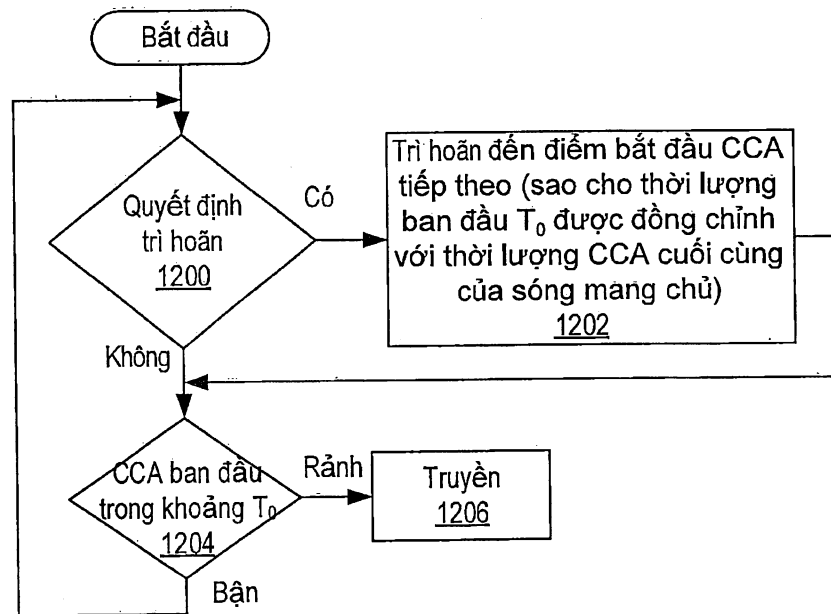


FIG. 26

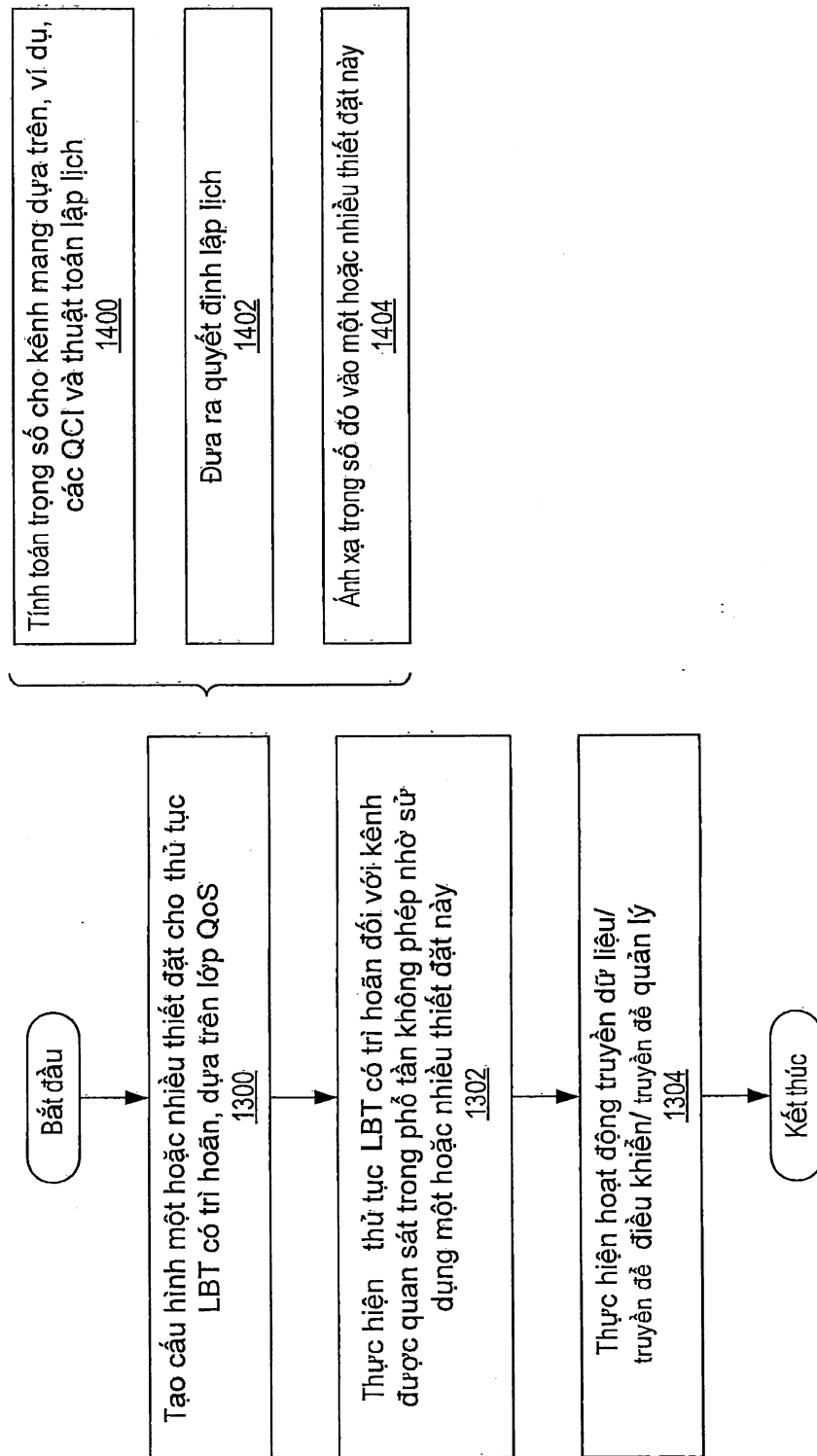


FIG. 27

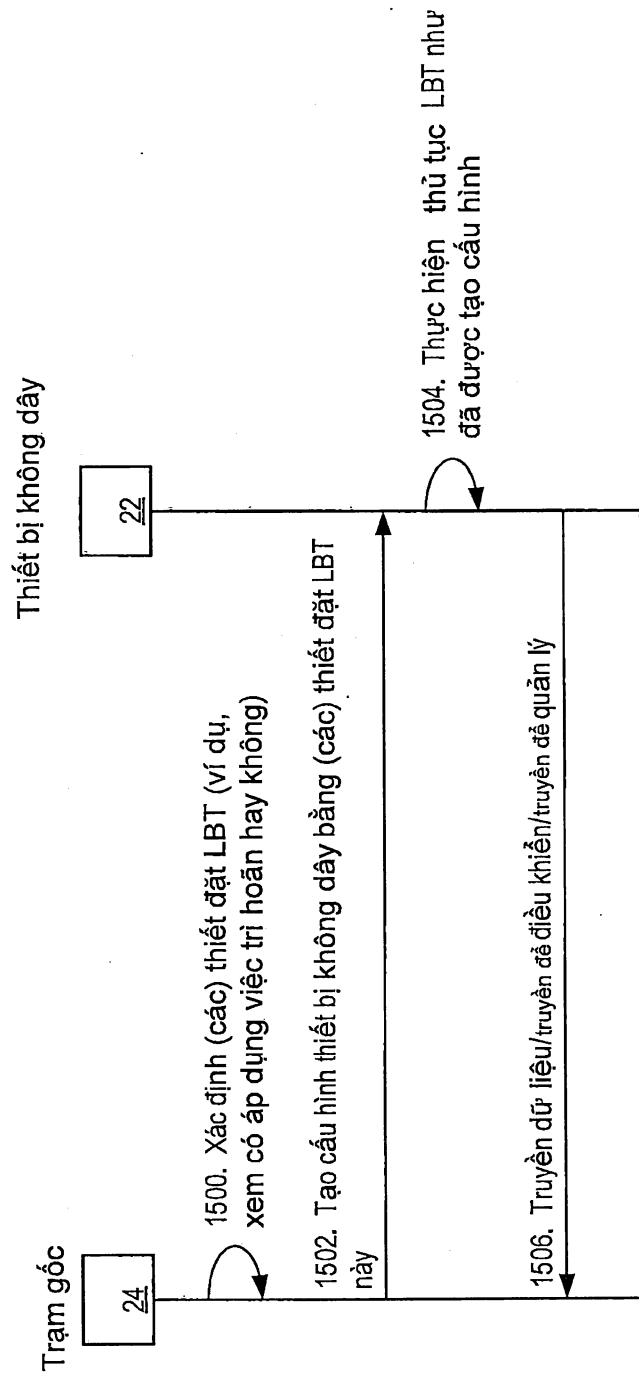


FIG. 28

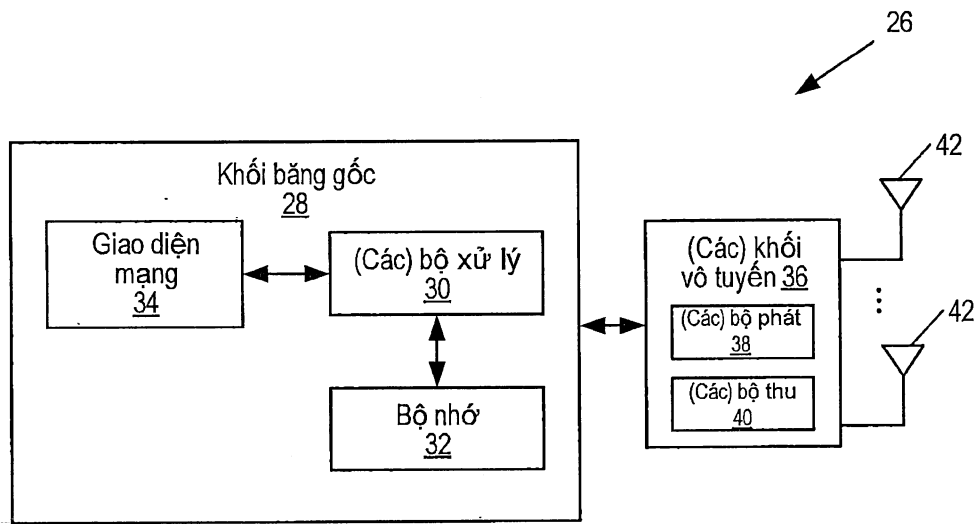


FIG. 29

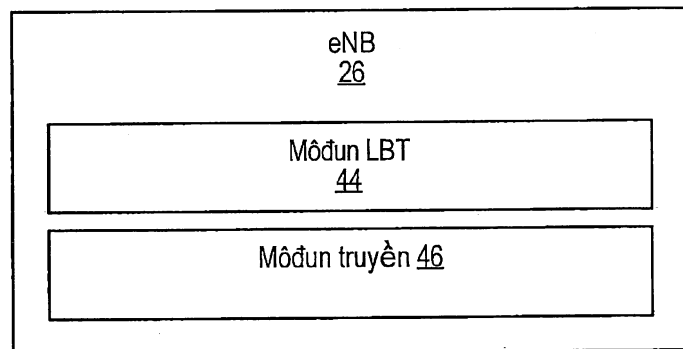


FIG. 30

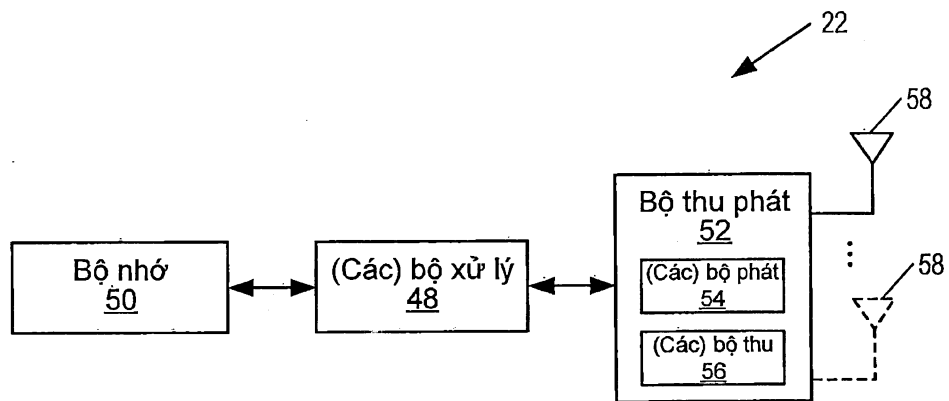


FIG. 31

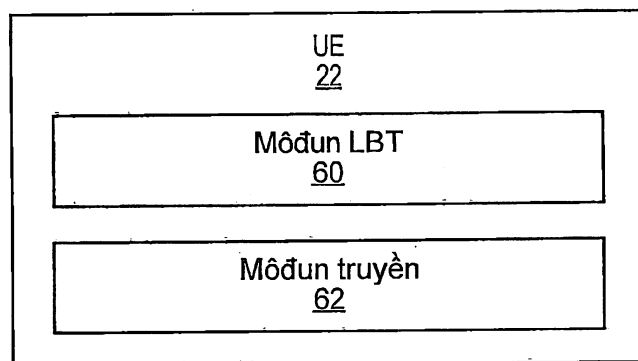


FIG. 32