



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

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

(11) 
1-0021265

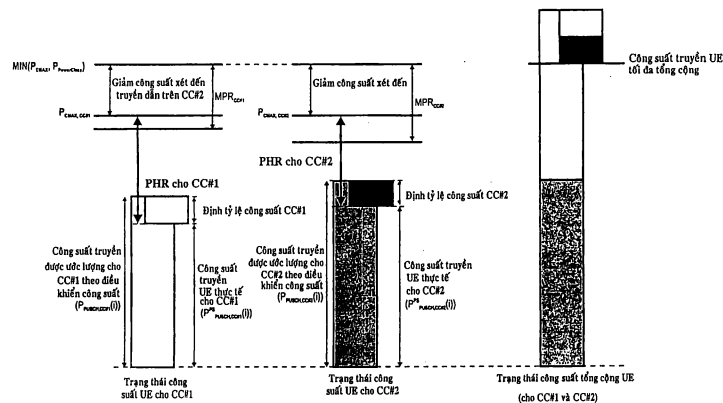
(51)⁷ H04W 72/12, 52/14

(13) B

- (21) 1-2012-01194 (22) 20.10.2010
(86) PCT/EP2010/006423 20.10.2010 (87) WO2011/050921 05.05.2011
(30) 09 013 756.3 02.11.2009 EP
10 008 477.1 13.08.2010 EP
(45) 25.07.2019 376 (43) 26.11.2012 296
(73) Sun Patent Trust (US)
450 Lexington Avenue, 38th Floor, New York, NY 10017, USA
(72) FEUERSANGER, Martin (DE), LOHR, Joachim (DE), WENGERTER, Christian (DE)
(74) Công ty Cổ phần Hỗ trợ phát triển công nghệ Detech (DETECH)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐỂ BÁO CHO ENODEB VỀ TRẠNG THÁI CÔNG SUẤT TRUYỀN CỦA THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG DI ĐỘNG SỬ DỤNG SỰ GỘP SÓNG MANG THÀNH PHẦN

(57) Sáng chế đề cập đến các phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần (CC - Component Carrier). Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến việc thực thi các phương pháp bằng phần cứng và bằng phần mềm. Sáng chế đề xuất các thủ tục để cho phép eNodeB nhận biết trạng thái sử dụng công suất của một UE trong một hệ thống truyền thông sử dụng sự gộp sóng mang. UE chỉ báo cho eNodeB, khi nào UE gần sử dụng đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó hoặc khi nào nó vượt quá công suất này. Điều này đạt được do UE gộp (các) chỉ báo và/hoặc các CE MAC mới với một hoặc nhiều đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trên các sóng mang thành phần tương ứng trong một khung con đơn mà đang cung cấp cho eNodeB thông tin trạng thái công suất. Các CE MAC này có thể báo cáo một dự phòng công suất cho mỗi UE. Như một lựa chọn, các CE MAC có thể báo cáo các dự phòng công suất và/hoặc sự giảm công suất cho mỗi CC được áp dụng cho các CC liên kết lên tương ứng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp để báo cho eNodeB về trạng thái công suất truyền của một thiết bị người dùng trong hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến việc thực thi các phương pháp này bằng phần cứng nghĩa là các thiết bị, và sự thực thi chúng bằng phần mềm. Sáng chế còn đề cập đến việc xác định các báo cáo dự phòng công suất sóng mang trên mỗi thành phần và mỗi người sử dụng và việc báo hiệu chúng bằng các phân tử điều khiển MAC.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phát triển dài hạn (LTE - Long Term Evolution)

Các hệ thống di động thế hệ thứ ba (3G) dựa trên công nghệ truy nhập vô tuyến WCDMA đang được triển khai trên quy mô rộng trên toàn thế giới. Bước đầu tiên trong việc tăng cường hay phát triển công nghệ này yêu cầu đưa vào truy nhập gói liên kết xuống tốc độ cao (HSDPA - High-Speed Downlink Packet Access) và liên kết lên tăng cường, còn được gọi là truy cập gói liên kết lên tốc độ cao (HSUPA - High Speed Uplink Packet Access), đem lại một công nghệ truy nhập vô tuyến có tính cạnh tranh cao.

Để chuẩn bị cho các nhu cầu người dùng tăng lên và để cạnh tranh với các công nghệ truy nhập vô tuyến mới 3GPP được đưa vào một hệ thống truyền thông di động mới được gọi là Phát triển dài hạn (LTE - Long Term Evolution). LTE được thiết kế để đáp ứng các yêu cầu sóng mang đối với dữ liệu và môi

trường vận chuyển tốc độ cao cũng như sự hỗ trợ thoại dung lượng cao cho thập kỷ tới. Khả năng cung cấp tốc độ bit cao là thước đo chính đối với LTE.

Mô tả danh mục nghiên cứu (WI - work item) về phát triển dài hạn (LTE) được gọi là truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS cải tiến (UTRA - Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) và mạng truy nhập vô tuyến mặt đất UMTS (UTRAN - UMTS Terrestrial Radio Access Network) được hoàn thành ở phiên bản 8 (LTE) hệ thống LTE tiêu biểu cho sự truy nhập và các mạng truy nhập vô tuyến dựa trên gói có hiệu quả, hệ thống này cung cấp đầy đủ các chức năng dựa trên IP độ trễ và phí tổn thấp. Các yêu cầu hệ thống chi tiết được cho trước. Trong LTE, các dải thông đa truyền dẫn khả biến tỷ lệ được chỉ định là 1,4, 3,0, 5,0, 10,0, 15,0, và 20,0 MHz, để đạt được sự triển khai hệ thống một cách linh hoạt sử dụng một phổ cho trước. Trong liên kết xuống, sự truy nhập vô tuyến dựa trên dồn kênh phân tần trực giao (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing) được sử dụng bởi tính miễn nhiễm vốn có với nhiễu đa đường (MPI - multipath interference) do tốc độ ký hiệu thấp, sự sử dụng tiền tố vòng (CP - cyclic prefix), và tính hấp dẫn của nó với các bố trí dải tần truyền khác nhau. Truy nhập vô tuyến dựa trên đa truy nhập phân tần đơn sóng mang (SC-FDMA – Single - Carrier Frequency Division Multiple Access) đã được sử dụng trong liên kết lên, bởi sự cung cấp vùng phủ sóng diện tích rộng được ưu tiên hơn việc cải thiện tốc độ dữ liệu đỉnh khi xét đến công suất truyền hạn chế của thiết bị người dùng (UE - User Equipment). Nhiều công nghệ truy nhập vô tuyến quan trọng được sử dụng bao gồm các công nghệ truyền dẫn kênh đa đầu vào đa đầu ra (MIMO - multiple-input multiple-output), và cấu trúc báo hiệu điều khiển có hiệu quả cao đạt được trong LTE phiên bản 8/9.

Kiến trúc LTE

Kiến trúc tổng thể được thể hiện trên Fig.1 và sự thể hiện chi tiết hơn về E-UTRAN được đưa ra trên Fig.2. E-UTRAN bao gồm eNodeB, cung cấp các

điểm cuối giao thức mặt phẳng người dùng E-UTRA (PDCP/RLC/MAC/PHY) và mặt phẳng điều khiển (RRC) cho thiết bị người dùng (UE). eNodeB (eNB) làm chủ các lớp vật lý (PHY - Physical), điều khiển truy nhập phương tiện (MAC - Medium Access Control), điều khiển liên kết vô tuyến (RLC - Radio Link Control), và giao thức điều khiển dữ liệu gói (PDCP - Packet Data Control Protocol) mà bao gồm chức năng nén tiêu đề mặt phẳng người dùng và mã hóa. Nó còn mang lại chức năng điều khiển tài nguyên vô tuyến (RRC - Radio Resource Control) tương ứng với mặt phẳng điều khiển. Nó thực hiện nhiều chức năng bao gồm quản lý tài nguyên vô tuyến, điều khiển cho phép, lập lịch, bắt buộc chất lượng dịch vụ liên kết lên thương lượng (QoS - Quality of Service), quảng bá thông tin ô, mã hóa/giải mã dữ liệu mặt phẳng người dùng và điều khiển, và nén/giải nén các tiêu đề gói mặt phẳng người dùng liên kết xuống/liên kết lên. Các eNodeB được liên thông với nhau bằng giao diện X2.

Các eNodeB còn được nối kết thông qua giao diện SI đến lõi gói cải tiến (EPC - Evolved Packet Core), cụ thể hơn đến thực thể quản lý di động (MME - Mobility Management Entity) bằng S1 -MME và đến cổng vào dịch vụ (SGW - Serving Gateway) thông qua S1 -U. Giao diện S1 hỗ trợ liên lạc nhiều-nhiều giữa các MME/các cổng nối dịch vụ và các eNodeB. SGW định tuyến và chuyển tiếp các gói dữ liệu người dùng, trong khi cũng đóng vai trò như neo di động đối với mặt phẳng người dùng trong suốt các chuyển vùng liên eNodeB và như neo để di động giữa LTE và các công nghệ 3GPP khác (việc kết thúc giao diện S4 và chuyển tiếp vận chuyển giữa các hệ thống 2G/3G và PDN GW). Đối với các thiết bị người dùng ở trạng thái nghỉ, SGW kết thúc đường truyền dữ liệu liên kết xuống và xúc phát phân trang khi dữ liệu liên kết xuống đến cho thiết bị người dùng. Nó quản lý và lưu trữ các ngữ cảnh thiết bị người dùng, ví dụ các tham số của dịch vụ mang chuyển IP, thông tin định tuyến nội mạng. Nó còn thực hiện sao chép luồng thông tin người dùng trong trường hợp chặn hợp pháp.

MME là nút điều khiển chính đối với mạng truy nhập LTE. Nó chịu trách nhiệm theo dõi thiết bị người dùng ở chế độ nghỉ và thủ tục phân trang bao gồm sự truyền lại. Nó tham gia vào quy trình kích hoạt/khử kích hoạt và còn chịu trách nhiệm chọn SGW cho thiết bị người dùng ở kết nối ban đầu và tại thời điểm chuyển vùng nội LTE bao gồm sự tái định vị nút mạng lõi (CN - Core Network). Nó chịu trách nhiệm xác thực người dùng (bằng cách tương tác với HSS). Báo hiệu tầng không truy nhập (NAS - Tầng không truy nhập) kết thúc tại MME và nó còn chịu trách nhiệm sinh ra và cấp phát các danh tính tạm thời đến các thiết bị người dùng. Nó kiểm tra sự ủy quyền của thiết bị người dùng để chốt trên mạng di động mặt đất công cộng của nhà cung cấp dịch vụ (PLMN - Public Land Mobile Network) và buộc thiết bị người dùng tuân theo các hạn chế chuyển vùng. MME là điểm cuối trong mạng để bảo vệ mã hóa/toàn vẹn đối với báo hiệu NAS và điều khiển quản lý khóa an toàn. Chặn hợp pháp báo hiệu cũng được hỗ trợ bởi MME. MME còn cung cấp chức năng mặt phang điều khiển để di động giữa các mạng truy nhập LTE và 2G/3G với giao diện S3 kết thúc tại MME từ SGSN. MME còn kết thúc giao diện S6a hướng về HSS gốc để chuyển vùng các thiết bị người dùng.

Điều khiển QoS

Sự hỗ trợ chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Service) được xem như một yêu cầu cơ bản bởi các nhà điều hành đối với LTE. Để cho phép tối ưu trong lớp trải nghiệm người dùng, trong khi về mặt khác thì tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên mạng, sự hỗ trợ QoS tăng cường sẽ là một phần tích hợp của hệ thống mới.

Các khía cạnh của việc hỗ trợ QoS hiện đang được thảo luận trong nhóm nghiên cứu 3GPP. Cơ bản là, thiết kế QoS để phát triển kiến trúc hệ thống (SAE - System Architecture Evolution)/LTE là dựa trên thiết kế QoS của hệ thống UMTS hiện thời được phản ánh trong 3GPP TR 25.814, "Physical layer aspects

for evolved Universal Terrestrial Radio Access (UTRA)”, v.7.1.0 (có sẵn ở <http://www.3gpp.org> và được kết hợp ở đây để tham chiếu). Kiến trúc dịch vụ mạng chuyển SAE được thỏa thuận được thể hiện trên Fig.5. Định nghĩa về dịch vụ mạng chuyển được cho trong 3GPP TR 25.814 vẫn có thể áp dụng là:

“Một dịch vụ mạng chuyển bao gồm tất cả các khía cạnh để có thể cung cấp QoS theo hợp đồng. Các khía cạnh này ngoài ra còn là chức năng báo hiệu điều khiển, vận chuyển mặt phẳng người dùng và quản lý QoS”.

Trong kiến trúc SAE/LTE mới các mạng chuyển mới sau đây đã được định nghĩa: dịch vụ mạng chuyển giữa đầu cuối di động (thiết bị người dùng - UE - User Equipment) và cổng vào dịch vụ, mạng chuyển vô tuyến (Radio Bearer) SAE trên giao diện mạng truy nhập vô tuyến giữa đầu cuối di động và eNodeB cũng như là mạng chuyển truy nhập (Access Bearer) SAE giữa eNodeB và cổng vào dịch vụ.

Dịch vụ mạng chuyển SAE cung cấp:

- Gộp thông minh QoS của các luồng dịch vụ cuối đến cuối IP;
- Nén tiêu đề IP (và cung cấp thông tin liên quan đến UE);
- Mã hóa mặt phẳng người dùng (UP - User Plane) (và cung cấp thông tin liên quan đến UE);
- Nếu việc xử lý ưu tiên các gói báo hiệu cuối đến cuối dịch vụ được yêu cầu thì một dịch vụ mạng chuyển SAE bổ sung có thể được thêm vào dịch vụ IP mặc định;
- cung cấp thông tin ánh xạ/dồn kênh đến UE;
- cung cấp thông tin QoS được chấp nhận đến UE.

Dịch vụ mang chuyển vô tuyến SAE cung cấp:

- vận chuyển các đơn vị dữ liệu dịch vụ mang chuyển giữa eNodeB và UE theo QoS theo yêu cầu;
- liên kết dịch vụ mang chuyển vô tuyến SAE với dịch vụ mang chuyển SAE tương ứng.

Dịch vụ mang chuyển truy nhập SAE cung cấp:

- vận chuyển các đơn vị dữ liệu dịch vụ mang chuyển giữa cổng vào dịch vụ và eNodeB theo QoS theo yêu cầu;
- cung cấp mô tả QoS tổng thể của dịch vụ mang chuyển SAE hướng về eNodeB;
- liên kết dịch vụ mang chuyển truy nhập SAE với dịch vụ mang chuyển SAE tương ứng.

Theo 3GPP TR 25.814 thì có sự ánh xạ một với một giữa một mang chuyển SAE và một mang chuyển vô tuyến SAE. Ngoài ra, có một ánh xạ một với một giữa một mang chuyển vô tuyến (RB - Radio Bearer) và một kênh logic. Từ định nghĩa đó suy ra rằng một mang chuyển SAE, nghĩa là mang chuyển vô tuyến SAE và mang chuyển truy nhập SAE tương ứng, là mức độ chi tiết để điều khiển QoS trong hệ thống truy nhập SAE/LTE. Các luồng gói được ánh xạ đến cùng một mang chuyển SAE thì nhận được cùng một cách xử lý.

Đối với LTE sẽ có hai loại mang chuyển SAE khác nhau: mang chuyển SAE mặc định với một profin QoS mặc định, mà được tạo cấu hình trong truy nhập ban đầu và mang chuyển SAE chuyên dụng (các mang chuyển SAE còn có thể được gọi là các dịch vụ mang chuyển SAE) được thiết lập cho các dịch vụ yêu cầu một profin QoS mà khác với kiểu mặc định.

Mạng chuyển SAE mặc định là một mạng chuyển SAE “luôn mở” mà có thể được sử dụng ngay sau khi chuyển trạng thái từ LTE_IDLE thành LTE_ACTIVE. Nó mang tất cả các luồng mà không được báo hiệu là khuôn mẫu luồng thông tin (TFT - Lưu lượng Flow Template). Khuôn mẫu luồng thông tin được sử dụng bởi cổng vào dịch vụ để phân biệt giữa các tải hữu ích người dùng khác nhau. Khuôn mẫu luồng thông tin đưa vào các bộ lọc gói như là QoS. Bằng cách sử dụng các bộ lọc gói, cổng vào dịch vụ ánh xạ dữ liệu tới thành ngữ cảnh giao thức dữ liệu gói (PDP - Packet Data Protocol Context) đúng. Đối với mạng chuyển SAE mặc định, một vài luồng dữ liệu dịch vụ có thể được dồn kênh. Không giống như mạng chuyển SAE mặc định, các mạng chuyển SAE chuyên dụng nhằm mục đích hỗ trợ các dịch vụ xác định theo cách chuyên dụng, thông thường để cung cấp một tốc độ bit bảo đảm. Các mạng chuyển SAE chuyên dụng được thiết lập bởi cổng vào dịch vụ dựa trên thông tin QoS nhận được trong các quy tắc điều khiển chính sách và tính cước (PCC - Policy và Charging Control) từ lõi gói lõi gói cải tiến khi một dịch vụ mới được yêu cầu. Mạng chuyển SAE chuyên dụng được kết hợp với các bộ lọc gói ở đó các bộ lọc chỉ khớp với các gói xác định. Mạng chuyển SAE mặc định được kết hợp với các bộ lọc gói “phù hợp với tất cả” cho liên kết lên và liên kết xuống. Đối với việc điều khiển liên kết lên thì cổng vào dịch vụ xây dựng các bộ lọc khuôn mẫu luồng thông tin cho các mạng chuyển SAE chuyên dụng. UE ánh xạ các luồng dữ liệu dịch vụ đến mạng chuyển đúng dựa trên the khuôn mẫu luồng thông tin, mà đã được báo hiệu trong khi thiết lập mạng chuyển. Đối với mạng chuyển SAE mặc định cũng như mạng chuyển SAE chuyên dụng thì một vài luồng dữ liệu dịch vụ có thể được dồn kênh.

Profin QoS của mạng chuyển SAE được báo hiệu từ cổng vào dịch vụ cho eNodeB trong thủ tục thiết lập mạng chuyển SAE. Profin này sau đó được sử dụng bởi eNodeB để suy ra bộ các tham số QoS lớp 2, mà sẽ xác định sự điều khiển QoS trên ghép nối không khí. Các tham số QoS lớp 2 được nhập vào chức

năng lập lịch. Các tham số này nằm trong profin QoS được báo hiệu trên giao diện S1 từ cổng vào dịch vụ đến eNodeB hiện đang đề cập. Hầu như chắc chắn các tham số profin QoS sau đây được báo hiệu cho mỗi mang chuyên SAE: ưu tiên điều khiển lưu lượng (Lưu lượng Handling Priority), tốc độ bit tối đa (Maximum Bit-rate), tốc độ bit bảo đảm (Guaranteed Bit-rate). Ngoài ra, cổng vào dịch vụ còn báo hiệu cho eNodeB ưu tiên cấp phát và lưu giữ (Allocation and Retention Priority) đối với mỗi người dùng trong truy nhập ban đầu.

Sơ đồ truy nhập liên kết lên đối với LTE

Đối với truyền dẫn liên kết lên, sự truyền dẫn giữa người và dùng đầu cuối sử dụng công suất có hiệu quả là cần thiết để tối đa hóa vùng phủ sóng. Truyền dẫn đơn sóng mang được kết hợp với đa truy nhập phân tần (FDMA - Frequency Division Multiple Access) với sự cấp phát dải tần động đã được chọn làm sơ đồ truyền dẫn liên kết lên UTRA cải tiến. Nguyên nhân chính của việc ưu tiên truyền dẫn đơn sóng mang là do có tỉ lệ công suất đỉnh trên trung bình thấp hơn (PAPR - peak-to-average power ratio), so với các tín hiệu đa sóng mang (OFDMA - Orthogonal Frequency Division Multiple Access - Đa truy nhập phân tần trực giao), và hiệu suất khuếch đại công suất được cải thiện tương ứng và vùng phủ sóng được giả thiết sẽ được cải thiện (các tốc độ dữ liệu cao hơn đối với một công suất đỉnh đầu cuối cho trước). Trong mỗi khoảng thời gian, eNodeB phân định cho người dùng một tài nguyên thời gian/tần số để truyền dữ liệu người dùng nhờ đó đảm bảo tính trực giao nội ô. Một truy nhập trực giao trong liên kết lên hứa hẹn hiệu suất phổ tăng cường nhờ khử được nhiễu nội ô. Nhiễu do truyền đa đường được xử lý ở trạm cơ sở (eNodeB), được hỗ trợ bởi việc chèn một tiền tố vòng (cyclic prefix) vào trong tín hiệu được truyền.

Tài nguyên vật lý cơ bản được sử dụng để truyền dẫn dữ liệu bao gồm một tài nguyên tần số có kích thước BW_{grant} trong một khoảng thời gian, ví dụ,

một khung con là 0,5 ms, mà trên đó các bit thông tin được mã hóa được ánh xạ. Cần lưu ý rằng một khung con, còn được gọi là còn được gọi là khoảng thời gian truyền (TTI - Transimission Time Interval), là khoảng thời gian nhỏ nhất để truyền dữ liệu người dùng. Tuy nhiên, người ta có thể phân định một tài nguyên tần số BW_{grant} trên một chu kỳ thời gian dài hơn một TTI cho một người dùng nhờ ghép nối các khung con.

Tài nguyên tần số có thể ở trong một phổ cục bộ hoặc phân tán như được minh họa trên Fig.3 và Fig.4. Như có thể thấy từ Fig.3, sóng mang đơn cục bộ được đặc trưng bởi tín hiệu được truyền có phổ liên tục mà chiếm một phần của phổ khả dụng tổng thể. Các tốc độ ký hiệu khác nhau (tương ứng với các tốc độ dữ liệu khác nhau) của tín hiệu được truyền kéo theo các dải tần khác nhau của tín hiệu đơn sóng mang cục bộ.

Mặt khác, như được thể hiện trên Fig.4, sóng mang đơn phân tán được đặc trưng bởi tín hiệu được truyền có phổ không liên tục (“có hình răng lược”) mà được phân bố trên cả dải tần hệ thống. Lưu ý rằng, mặc dù tín hiệu đơn sóng mang phân tán được phân bố trên cả dải tần hệ thống, thì lượng phổ bị chiếm tổng thể, về bản chất cũng giống như phổ bị chiếm bởi sóng mang đơn cục bộ. Hơn nữa, đối với tốc độ ký hiệu cao hơn/thấp hơn, thì số “răng lược” được tăng lên/giảm xuống, trong khi “dải tần” của mỗi “răng lược” vẫn bằng nhau.

Nhìn qua, phổ trên Fig.4 có thể đem lại ấn tượng về một tín hiệu đa sóng mang ở đó mỗi răng lược tương ứng với một “sóng mang con”. Tuy nhiên, từ việc sinh ra tín hiệu miền thời gian của một tín hiệu đơn sóng mang phân tán, thì rõ ràng là cái được sinh ra là một tín hiệu đơn sóng mang thực với một tỷ lệ công suất đỉnh trên trung bình thấp tương ứng. Sự khác biệt chính giữa một tín hiệu đơn sóng mang phân tán so với một tín hiệu đa sóng mang, chẳng hạn, ví dụ, dồn kênh phân tần trực giao (OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplex), nghĩa là trong trường hợp trước đó, mỗi “sóng mang con” hoặc

“răng lược” không mang một ký hiệu điều biến đơn. Thay cho việc mỗi “răng lược” mang thông tin về tất cả các ký hiệu điều biến. Điều này tạo ra một sự phụ thuộc giữa các răng lược khác nhau mà dẫn đến các đặc trưng PAPR thấp. Sự phụ thuộc giống như thế giữa các “răng lược” dẫn đến nhu cầu cần hiệu chỉnh trừ khi kênh là không lựa chọn tần số trên toàn bộ dải tần truyền. Ngược lại, đối với OFDM thì sự hiệu chỉnh là không cần thiết chừng nào mà kênh vẫn không lựa chọn tần số trên cả dải tần của sóng mang.

Việc truyền dẫn phân tán có thể đem lại độ lợi phân tập tần số lớn hơn việc truyền dẫn cục bộ, trong khi truyền dẫn cục bộ dễ hơn trong việc cho phép lập lịch phụ thuộc kênh. Lưu ý rằng, trong nhiều trường hợp quyết định lập lịch có thể đem toàn bộ dải tần cho một thiết bị người dùng đơn lẻ để đạt được các tốc độ dữ liệu cao.

Sơ đồ lập lịch liên kết lên cho LTE

Sơ đồ liên kết lên cho phép cả truy nhập được lập lịch, nghĩa là được điều khiển bởi eNodeB, và truy nhập dựa trên tranh chấp.

Trong trường hợp của truy nhập được lập lịch thì thiết bị người dùng được cấp phát một tài nguyên tần số xác định đối với một thời điểm xác định (nghĩa là một tài nguyên thời gian/tần số) cho truyền dẫn dữ liệu liên kết lên. Tuy nhiên, một số tài nguyên thời gian/tần số có thể được cấp phát để truy nhập dựa trên tranh chấp. Trong các tài nguyên thời gian/tần số này, các thiết bị người dùng có thể truyền mà không cần được lập lịch trước. Một kịch bản trong đó thiết bị người dùng đang thực hiện một truy nhập dựa trên tranh chấp ví dụ truy nhập ngẫu nhiên, nghĩa là khi thiết bị người dùng đang thực hiện truy nhập ban đầu đến một ô hoặc để yêu cầu các tài nguyên liên kết lên.

Đối với truy nhập được lập lịch thì bộ lập lịch eNodeB phân định cho một người dùng một tài nguyên tần số/thời gian duy nhất để truyền dẫn dữ liệu liên kết lên. Cụ thể hơn bộ lập lịch này xác định

- (những) thiết bị người dùng nào mà được phép truyền,
- các tài nguyên (tần số) kênh vật lý,
- định dạng vận chuyển (kích thước khối vận chuyển (TBS – Transport Block Size) và sơ đồ mã hóa điều biến (MCS - Modulation Coding Scheme)) sẽ được sử dụng bởi đầu cuối di động để truyền dẫn

Thông tin cấp phát được báo hiệu đến thiết bị người dùng theo một sự cho phép lập lịch, được gửi trên kênh điều khiển được gọi là L1/L2. Để đơn giản, kênh liên kết xuống này được gọi là “kênh cho phép liên kết lên” ở dưới đây.

Một thông điệp cho phép lập lịch (ở đây còn được gọi là sự phân định tài nguyên) chứa ít nhất về phần nào của dải tần số mà thiết bị người dùng được phép sử dụng, kỳ hạn có hiệu lực của sự cho phép, và định dạng vận chuyển mà thiết bị người dùng phải sử dụng cho truyền dẫn liên kết lên tiếp theo. Kỳ hạn có hiệu lực ngắn nhất là một khung con. Thông tin bổ sung còn có thể nằm trong thông điệp cho phép, tùy thuộc vào sơ đồ được chọn. Chỉ có các sự cho phép “cho từng thiết bị người dùng” được sử dụng để cho phép truyền trên kênh chia sẻ liên kết lên (UL-SCH - Liên kết lên Shared Channel) (nghĩa là không có sự cho phép “từng thiết bị người dùng cho từng RB”). Do đó thiết bị người dùng cần phân phối các tài nguyên được cấp phát giữa các mang chuyển theo một số quy tắc, mà sẽ được giải thích chi tiết ở phần tiếp theo.

Không giống như trong HSUPA không có sự lựa chọn định dạng vận chuyển dựa trên thiết bị người dùng. Trạm cơ sở (eNodeB) quyết định định dạng vận chuyển dựa trên một vài thông tin, ví dụ, thông tin lập lịch được báo cáo và

thông tin QoS, và thiết bị người dùng phải theo định dạng vận chuyển được chọn. Trong HSUPA eNodeB phân định tài nguyên liên kết lên tối đa và thiết bị người dùng lựa chọn theo định dạng vận chuyển thực tế để truyền dẫn dữ liệu.

Các truyền dẫn dữ liệu liên kết lên chỉ được phép sử dụng các tài nguyên thời gian - tần số được phân định cho thiết bị người dùng thông qua sự cho phép lập lịch. Nếu thiết bị người dùng không có quyền, thì nó không được phép truyền bất kỳ dữ liệu liên kết lên nào. Không giống như trong HSUPA, ở đó mỗi thiết bị người dùng luôn được cấp phát cho một kênh dành riêng chỉ có một kênh dữ liệu liên kết lên được chia sẻ bởi nhiều người dùng (UL-SCH) để truyền dẫn dữ liệu.

Để yêu cầu các tài nguyên, thì thiết bị người dùng truyền một thông điệp yêu cầu tài nguyên đến eNodeB. Thông điệp yêu cầu tài nguyên này, ví dụ, có thể chứa thông tin về trạng thái bộ đệm, trạng thái công suất của thiết bị người dùng và một số thông tin liên quan đến chất lượng dịch vụ (QoS - Quality of Services). Thông tin này sẽ được gọi là thông tin lập lịch, cho phép eNodeB thực hiện cấp phát tài nguyên phù hợp. Từ đầu đến cuối tài liệu, điều được giả thiết là trạng thái của bộ đệm được báo cáo cho một nhóm các mang chuyên vô tuyến. Tất nhiên các cấu hình khác để báo cáo trạng thái của bộ đệm cũng có thể. Do việc lập lịch các tài nguyên vô tuyến là chức năng quan trọng nhất trong mạng truy nhập kênh chia sẻ để xác định chất lượng dịch vụ, nên có một số yêu cầu cần phải được đáp ứng bởi sơ đồ lập lịch liên kết lên cho LTE để cho phép quản lý QoS có hiệu quả (xem 3GPP RAN WG#2 Tdoc. R2- R2-062606, “QoS operator requirements/use cases for services sharing the same bearer”, by T-Mobile, NTT DoCoMo, Vodafone, Orange, KPN; có sẵn tại <http://www.3gpp.org/> và được đưa vào đây để tham khảo):

- Cần phải tránh việc thiếu các dịch vụ ưu tiên thấp

- Sự khác biệt QoS rõ ràng đối với các mang chuyển/dịch vụ nên được hỗ trợ bởi sơ đồ lập lịch
- Việc báo cáo lên cần cho phép các báo cáo bộ đệm thật chi tiết (ví dụ cho từng mang chuyển vô tuyến hay từng nhóm mang chuyển vô tuyến) để cho phép bộ lập lịch của eNodeB xác định dữ liệu dữ liệu dịch vụ/mang chuyển vô tuyến nào sẽ được truyền.
- cũng có thể tạo ra sự khác biệt QoS rõ ràng giữa các dịch vụ của các người dùng khác nhau
- có thể cung cấp tốc độ bit tối thiểu cho từng mang chuyển vô tuyến

Như có thể thấy từ danh sách trên một khía cạnh chủ yếu của sơ đồ lập lịch LTE là cung cấp các cơ chế mà với các cơ chế này nhà điều hành có thể kiểm soát sự phân chia dung lượng ô gộp chung của nó giữa các mang chuyển vô tuyến của các lớp QoS khác nhau. Lớp QoS của một mang chuyển vô tuyến được xác định bởi profin QoS của mang chuyển SAE tương ứng được báo hiệu từ cổng vào dịch vụ cho eNodeB như được mô tả từ trước. Nhà điều hành sau đó có thể cấp phát một lượng xác định dung lượng ô gộp chung của nó cho lưu lượng gộp chung đi kèm với các mang chuyển vô tuyến của một lớp QoS xác định.

Mục đích chính của việc sử dụng phương pháp dựa trên lớp này là để có thể phân biệt việc xử lý các gói tùy thuộc vào lớp QoS mà các gói này thuộc về. Ví dụ, khi tải trong một ô tăng lên, thì nhà điều hành có thể điều khiển việc này bằng cách tiết lưu/hạn chế lưu lượng đang thuộc về lớp QoS có mức ưu tiên thấp. Ở tình trạng này, lưu lượng có mức ưu tiên cao vẫn chịu trạng thái được tải thấp, bởi các tài nguyên gộp chung được cấp phát cho lưu lượng này là đủ để phục vụ nó. Điều này sẽ có thể xảy ra ở cả chiều liên kết lên và liên kết xuống.

Một lợi ích của việc sử dụng phương pháp này là nó đem lại cho nhà điều hành sự kiểm soát đầy đủ các chính sách để quản lý việc phân chia dải tần. Ví dụ, một chính sách của nhà điều hành có thể, thậm chí ở những mức tải rất cao, vẫn tránh được việc thiếu lưu lượng đang thuộc về lớp QoS có mức ưu tiên thấp nhất. Việc tránh được thiếu lưu lượng ưu tiên mức thấp là một trong số các yêu cầu chính đối với sơ đồ lập lịch liên kết lên trong LTE. Theo cơ chế lập lịch UMTS phiên bản 6 hiện thời (HSUPA) sơ đồ ưu tiên tuyệt đối có thể dẫn đến việc thiếu các ứng dụng có mức ưu tiên thấp. Việc lựa chọn tổ hợp định dạng vận chuyển tăng cường (E-TFC - Enhanced Vận chuyển Format Combination selection) được thực hiện chỉ theo các ưu tiên kênh logic tuyệt đối, nghĩa là việc truyền dẫn dữ liệu có mức ưu tiên cao được tối đa hóa, điều này có nghĩa là dữ liệu có mức ưu tiên thấp có thể bị thiếu so với dữ liệu có mức ưu tiên cao. Để tránh sự thiếu hụt này bộ lập lịch của eNodeB phải có cách thức để kiểm soát thiết bị người dùng truyền dữ liệu từ mạng chuyển vô tuyến nào. Điều này ảnh hưởng chủ yếu đến thiết kế và việc sử dụng các cho phép lập lịch được truyền từ kênh điều khiển L1/L2 trên liên kết xuống. Trong nội dung dưới đây các chi tiết về thủ tục điều khiển tốc độ liên kết lên trong LTE được trình bày sơ lược.

Điều khiển truy nhập môi trường (MAC - Medium Access Control) và các phần tử điều khiển MAC

Lớp MAC là lớp con thấp nhất trong kiến trúc hai lớp của chồng giao thức vô tuyến LTE (xem 3GPP TS 36.321, “Medium Access Control (MAC) protocol đặc điểm kỹ thuật”, phiên bản 8.7.0, in particular phầns 4.2, 4.3, 5.4.3 và 6, có sẵn tại <http://www.3gpp.org> và được đưa vào đây để tham khảo). Sự kết nối với lớp vật lý bên dưới thì thông qua các kênh vận chuyển, và sự kết nối với các lớp RLC bên trên thì thông qua các kênh logic. Lớp MAC thực hiện dồn kênh và giải dồn kênh giữa các kênh logic và các kênh vận chuyển. Lớp MAC ở bên truyền (trong các ví dụ dưới đây là thiết bị người dùng) xây dựng các PDU

MAC, còn được gọi là các khối vận chuyển, từ các SDU MAC nhận được thông qua các kênh logic, và lớp MAC ở bên nhận khôi phục các SDU MAC từ các PDU MAC nhận được thông qua các kênh vận chuyển.

Trong các thực thể dồn kênh và giải dồn kênh, dữ liệu từ một vài kênh logic có thể được dồn kênh (giải dồn kênh) thành/từ một kênh vận chuyển. Thực thể dồn kênh sinh ra các PDU MAC từ các SDU MAC khi các tài nguyên vô tuyến là khả dụng đối với một truyền dẫn mới. Quá trình này bao gồm việc dành ưu tiên cho dữ liệu từ các kênh logic để quyết định bao nhiêu dữ liệu và dữ liệu từ (các) kênh logic nào sẽ được chứa trong mỗi PDU MAC. Lưu ý rằng, quá trình sinh ra các PDU MAC trong thiết bị người dùng còn được gọi là sự ưu tiên kênh logic (LCP - Logical Channel Prioritization) trong thuật ngữ 3GPP.

Thực thể giải dồn kênh lắp ráp lại các SDU MAC từ các PDU MAC và phân phối chúng cho các thực thể RLC thích hợp. Ngoài ra, đối với truyền thông ngang hàng giữa các lớp MAC, thì các thông điệp điều khiển được gọi là ‘các phần tử điều khiển MAC’ có thể nằm trong PDU MAC.

Một PDU MAC chủ yếu bao gồm tiêu đề MAC và tải hữu ích MAC (xem 3GPP TS 36.321, phần 6). Tiêu đề MAC còn bao gồm các tiêu đề phụ MAC, trong khi tải hữu ích MAC bao gồm các phần tử điều khiển MAC, các SDU MAC và đệm. Mỗi tiêu đề phụ MAC bao gồm một trường ID kênh logic (LCID - Logical Channel ID) và một trường chiều dài (L - Length). LCID chỉ báo liệu xem phần tương ứng của tải hữu ích MAC có phải là một phần tử điều khiển MAC, và nếu không, thì SDU MAC liên quan thuộc về kênh logic nào. Trường L chỉ báo kích thước của SDU MAC hoặc phần tử điều khiển MAC. Như được đề cập ở trên, các phần tử điều khiển MAC dùng để báo hiệu MAC ở mức ngang hàng, bao gồm việc chuyển giao thông tin BSR và các báo cáo về công suất khả dụng của UE trong liên kết lên, và trong các lệnh DRX liên kết xuống và các

lệnh định thời trước. Đối với mỗi loại phân tử điều khiển MAC, thì một LCID đặc biệt được cấp phát. Ví dụ về PDU MAC được thể hiện trên Fig.6.

Điều khiển công suất

Việc điều khiển công suất bộ truyền liên kết lên trong một hệ thống truyền thông di động phục vụ cho mục đích cân bằng yêu cầu về năng lượng đủ cho bộ truyền cho mỗi bit để đạt được QoS theo yêu cầu ngược với yêu cầu tối thiểu hóa nhiễu cho những người dùng khác của hệ thống và tối đa hóa tuổi thọ pin của thiết bị người dùng. Để đạt được điều này, việc điều khiển công suất liên kết lên phải thích ứng với các đặc trưng của kênh truyền vô tuyến, bao gồm tổn hao đường truyền, sự tạo bóng và fading nhanh, cũng như là khắc phục nhiễu từ các người dùng khác trong cùng một ô và các ô lân cận. Quy tắc điều khiển công suất (PC - Việc điều khiển công suất) trở thành quyết định để cung cấp tỷ lệ nhiễu cộng tạp âm trên tín hiệu (SINR - Signal-to-Interference plus Noise Ratio) trong khi điều khiển đồng thời nhiễu gây ra cho các ô lân cận. Ý tưởng về các sơ đồ PC cổ điển trong liên kết lên là ở chỗ tất cả người dùng nhận được cùng một SINR, mà được biết đến như phương pháp bù đủ. Như một phương án thay thế, 3GPP chấp nhận sử dụng điều khiển công suất phân số (FPC - Fractional Việc điều khiển công suất) cho LTE phiên bản 8/9. Chức năng mới này làm cho người dùng có tổn hao đường truyền cao hơn hoạt động ở yêu cầu SINR thấp hơn sao cho họ sẽ sinh ra ít nhiễu hơn cho các ô lân cận.

Sơ đồ điều khiển công suất được cung cấp trong LTE phiên bản 8/9 sử dụng một tổ hợp điều khiển vòng lặp mở và vòng lặp đóng. Một chế độ vận hành bao gồm việc thiết lập một điểm vận hành thô cho phổ mật độ công suất truyền dẫn bằng phương pháp vòng lặp mở dựa trên ước lượng tổn hao đường truyền. Việc vận hành nhanh hơn có thể được áp dụng xung quanh điểm vận hành vòng lặp mở bằng cách điều khiển công suất vòng lặp đóng. Điều này điều

khuyến nhiều và điều hướng tinh các thiết lập công suất để phù hợp với các điều kiện kênh chứa fading nhanh.

Với tổ hợp cơ chế này, sơ đồ điều khiển công suất trong LTE phiên bản 8/9 cung cấp sự hỗ trợ cho nhiều chế độ vận hành. Nó có thể được xem như một bộ công cụ cho các chiến lược điều khiển công suất khác nhau tùy thuộc vào kịch bản triển khai, tải hệ thống và sự ưu tiên của nhà điều hành.

Cách thức điều khiển công suất chi tiết được chỉ rõ trong LTE phiên bản 8/9 đối với kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (PUSCH - Physical Uplink Shared Channel), kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH - Physical Uplink Control Channel) và các tín hiệu chuẩn thăm dò (SRS - Sounding Reference Signals) trong phần 5.1 trong 3GPP TS 36.213, "Physical layer procedures", phiên bản 8.8.0, có sẵn tại <http://www.3gpp.org> và được đưa ra để tham khảo. Cách thức đối với mỗi tín hiệu liên kết lên này theo các nguyên tắc cơ sở giống nhau; trong tất cả các trường hợp chúng có thể được xem như tổng của hai số hạng chính: một điểm vận hành vòng lặp mở cơ bản được suy ra từ các tham số tĩnh hoặc bán tĩnh được báo hiệu bởi eNodeB, và một độ lệch động được cập nhật từ khung con này đến khung con khác.

Điểm vận hành vòng lặp mở cơ sở đối với công suất truyền công suất truyền cho từng khối tài nguyên phụ thuộc vào một số các hệ số bao gồm nhiều liên ô và tải ô. Nó còn có thể phân ra làm hai thành phần, một là mức nền bán tĩnh P_0 , bao gồm thêm một mức công suất chung cho tất cả các thiết bị người dùng trong ô (được đo bằng dBm) và một độ lệch UE riêng, và một thành phần bù tổn hao đường truyền vòng lặp mở. Phần độ lệch động của công suất cho mỗi khối tài nguyên còn có thể được phân ra thành hai thành phần, một thành phần phụ thuộc vào MCS và các câu lệnh điều khiển công suất bộ truyền tường minh (TPC - Transmitter Power Control).

Thành phần phụ thuộc MCS (trong các mô tả LTE được gọi là Δ_{TF} , trong đó TF là viết tắt của “Transport Format - Định dạng vận chuyển”) cho phép công suất được truyền cho từng khối tài nguyên sẽ được làm thích ứng theo tốc độ dữ liệu thông tin được truyền.

Thành phần còn lại của độ lệch động là các lệnh TPC UE riêng. Các lệnh này có thể vận hành trong hai chế độ khác nhau: các lệnh TPC tích lũy (khả dụng đối với PUSCH, PUCCH và SRS) và các lệnh TPC tuyệt đối (chỉ khả dụng đối với PUSCH). Đối với PUSCH, việc chuyển đổi giữa hai chế độ này được tạo cấu hình nửa tĩnh cho mỗi UE bằng cách báo hiệu RRC - nghĩa là chế độ này không thể được thay đổi động. Với các lệnh TPC tích lũy, mỗi lệnh TPC báo hiệu một bước công suất liên quan đến mức trước đó. Việc điều khiển công suất bộ truyền liên kết lên trong một hệ thống truyền thông di động phục vụ cho mục đích cân bằng yêu cầu về năng lượng bộ truyền đủ cho từng bit để đạt được QoS theo yêu cầu ngược với yêu cầu để tối thiểu hóa nhiễu cho các người dùng khác của hệ thống và tối đa hóa tuổi thọ pin của thiết bị người dùng.

Để đạt được điều này, việc điều khiển công suất liên kết lên phải thích ứng với các đặc trưng của kênh truyền vô tuyến, bao gồm tổn hao đường truyền, sự tạo bóng và fading nhanh, cũng như việc khắc phục nhiễu từ những người dùng khác trong cùng một ô và các ô lân cận.

Việc thiết lập công suất truyền UE P_{PUSCH} [dBm] cho truyền dẫn PUSCH trong khung con chuẩn i được định nghĩa bởi (xem phần 5.1.1.1 của 3GPP TS 36.213):

$$P_{PUSCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\}$$

Biểu thức 1

- P_{CMAX} là công suất truyền UE tối đa được chọn bởi UE trong dải cho trước (xem dưới); M_{PUSCH} là số khối tài nguyên vật lý được cấp phát (PRBs – Physical Resource Blocks). Càng nhiều PRB được cấp phát, thì càng nhiều công suất truyền liên kết lên được cấp phát.
- $P_{0_PUSCH}(j)$ chỉ báo công suất truyền dẫn nền được báo hiệu bởi RRC. Đối với việc lập lịch bán ổn định (SPS - semi-persistent scheduling) và lập lịch động thì đây là tổng của một thành phần danh định ô riêng $P_{0_NOMINAL_PUSCH}(j) \in [-126, \dots, 24]$ và một thành phần - người dùng riêng $P_{0_UE_PUSCH}(j) \in [-127, \dots, -96]$. Đối với thông điệp RACH 3: độ lệch từ công suất truyền dẫn mở đầu
- α biểu thị một tham số ô riêng (nghĩa là quảng bá về thông tin hệ thống). Thông số này chỉ báo bao nhiêu tổn hao đường truyền PL được bù. $\alpha = 1$ nghĩa là mức tín hiệu nhận được tại eNodeB là giống nhau bất kể vị trí của thiết bị người dùng. Đối với lập lịch SPS và lập lịch động $\alpha \in \{0, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1\}$, và đối với các trường hợp của thông điệp RACH 3, $\alpha(j) = 1$.
- PL là tổn hao đường truyền UE được suy ra tại các thiết bị người dùng dựa trên phép đo công suất nhận được tín hiệu chuẩn (RSRP - Reference Signal Received Power) và công suất truyền dẫn tín hiệu chuẩn (RS - Reference Signal) được báo hiệu. PL có thể được định nghĩa là

$$PL = \text{reference signal power} - \text{higher layer filtered RSRP}.$$
- Δ_{TF} là sơ đồ điều biến và mã hóa (định dạng vận chuyển) phụ thuộc vào độ lệch công suất.

- $f(i)$ là một hàm của các lệnh điều khiển công suất vòng lặp đóng được báo hiệu từ eNodeB cho UE. $f(0)$ biểu thị sự tích lũy trong trường hợp các lệnh TPC tích lũy. Việc các lệnh vòng lặp đóng là tích lũy tương đối hay tuyệt đối thì được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn. Đối với các lệnh TPC tích lũy hai bộ các trị số bước công suất được cung cấp: (-1,1) dB đối với DCI định dạng 3A và (-1,0+1,+3)dB đối với DCI định dạng 3. Bộ các giá trị mà có thể được báo hiệu bởi các lệnh TPC tuyệt đối là (-4,-1,1,4) dB được chỉ báo bởi DCI định dạng 3.

Báo cáo dự phòng công suất

Để hỗ trợ eNodeB lập lịch các tài nguyên truyền dẫn liên kết lên cho các thiết bị người dùng khác nhau theo cách thích hợp, thì quan trọng là thiết bị người dùng có thể báo cáo dự phòng công suất khả dụng của nó cho eNodeB.

eNodeB có thể sử dụng các báo cáo dự phòng công suất để xác định một thiết bị người dùng có thể sử dụng thêm bao nhiêu dải tần liên kết lên nữa cho mỗi khung con. Điều này giúp tránh được việc cấp phát các tài nguyên truyền dẫn liên kết lên cho các thiết bị người dùng mà không thể sử dụng chúng để tránh lãng phí các tài nguyên.

Dải báo cáo dự phòng công suất là từ +40 đến -23 dB (xem 3GPP TS 36.133, “Requirements for hỗ trợ of radio resource management”, phiên bản 8.7.0, phần 9.1.8.4, có sẵn tại <http://www.3gpp.org> và được đưa vào đây để tham khảo). Phần âm của dải này cho phép thiết bị người dùng báo hiệu cho eNodeB sự mở rộng với công suất mà nó nhận được, nghĩa là một sự cho phép UL mà sẽ yêu cầu công suất truyền dẫn lớn hơn công suất có thể của UE. Điều này sẽ cho phép eNodeB giảm kích thước của một cho phép tiếp theo, do đó giải phóng các tài nguyên truyền dẫn để cấp phát cho các UE khác.

Một báo cáo dự phòng công suất chỉ có thể được gửi trong các khung con mà trong đó UE có cho phép UL. Báo cáo này liên quan đến khung con mà trong đó nó được gửi. Một số tiêu chuẩn được định nghĩa để xác phát một báo cáo dự phòng công suất. Các tiêu chuẩn này bao gồm:

- Sự thay đổi đáng kể trong tổn hao đường truyền được ước lượng từ báo cáo dự phòng công suất cuối cùng
- Nhiều hơn một khoảng thời gian được tạo cấu hình đã trôi qua từ báo cáo dự phòng công suất trước đó
- Nhiều hơn một số được tạo cấu hình các lệnh TPC vòng lặp đóng đã được thực hiện bởi UE

eNodeB có thể tạo cấu hình các tham số để điều khiển mỗi trong số các xác phát này tùy thuộc vào sự đặt tải hệ thống và các yêu cầu về thuật toán lập lịch của nó. Cụ thể hơn, RRC điều khiển việc báo cáo dự phòng công suất bằng cách tạo cấu hình hai bộ định thời *periodicPHR-Timer* và *prohibitPHR-Timer*, và bằng cách báo hiệu *dl-PathlossChange* mà thiết lập thay đổi trong tổn hao đường truyền liên kết xuống đo được để xác phát báo cáo dự phòng công suất.

Báo cáo dự phòng công suất được gửi đi như một phần tử điều khiển MAC. Nó bao gồm một octet (8 bit) trong đó hai bit cao nhất được dự trữ và sáu bit thấp nhất biểu thị các giá trị dB được đề cập ở trên ở các bước 1 dB. Cấu trúc của phần tử điều khiển MAC được thể hiện trên Fig.7.

Dự phòng công suất UE PH [dB] hợp lệ đối với khung con i được định nghĩa bởi (xem phần 5.1.1.2 of 3GPP TS 36.213):

$$PH(i) = P_{CMAX} - \{10 \cdot \log_{10}(M_{PUSCH}(i)) + P_{0_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{TF}(i) + f(i)\}$$

Biểu thức 2

Dự phòng công suất được làm tròn đến giá trị gần nhất trong dải [40; -23] dB với các bước of 1 dB. P_{MAX} là công suất truyền UE tối đa tổng cộng (hoặc công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng) và là một trị số được chọn bởi thiết bị người dùng trong dải cho trước từ P_{MAX_L} đến P_{MAX_H} dựa trên các ràng buộc sau:

- $P_{MAX_L} \leq P_{MAX} \leq P_{MAX_H}$
- $P_{MAX_L} = \min(P_{EMAX} - \Delta T_C, P_{PowerClass} - MPR - AMPR - \Delta T_C)$
- $P_{MAX_H} = \min(P_{EMAX}, P_{PowerClass})$

P_{EMAX} là trị số được báo hiệu bởi mạng và ΔT_C , MPR và $AMPR$ (còn được ký hiệu là $A-MPR$ - Additional Maximum Việc giảm công suất - Lượng giảm công suất tối đa bổ sung) được mô tả trong 3GPP TS 36.101, “Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission và reception”, phiên bản 8.7.0, phần 6.2 có sẵn tại <http://www.3gpp.org> và được đưa ra đây để tham chiếu.

MPR là trị số giảm công suất, còn được gọi là trị số giảm công suất tối đa, dùng để điều khiển tỷ số công suất rò kênh lân cận (ACLR - Kênh lân cận Leakage Power Ratio) đi kèm với các sơ đồ điều biến khác nhau và dải tần truyền dẫn. Ví dụ, một kênh lân cận có thể là một kênh truy nhập vô tuyến mặt đất đa năng cải tiến (E-UTRA - Evolved Universal Terrestrial Radio Access) hoặc một kênh UTRA. Lượng giảm công suất cho phép tối đa (MPR - maximum allowed việc giảm công suất) còn được định nghĩa trong 3GPP TS 36.101. Nó khác nhau tùy thuộc vào dải tần của kênh và sơ đồ điều biến. Lượng giảm công suất của thiết bị người dùng có thể ít hơn trị số giảm công suất cho phép tối đa này (MPR). 3GPP mô tả một phép thử để kiểm chứng rằng công suất truyền tối

đa của một thiết bị người dùng là lớn hơn hay bằng với công suất truyền tối đa tổng cộng danh định trừ đi MPR trong khi vẫn tuân theo các yêu cầu ACLR

Như được chỉ báo ở trên, $AMPR$ là lượng giảm công suất tối đa bổ sung. Nó là đặc trưng cho dải và được áp dụng khi được tạo cấu hình bởi mạng.

Như có thể thấy từ các phần mô tả trên, P_{MAX} là đặc trưng cài đặt UE và do đó không được biết bởi eNodeB.

Fig.25 thể hiện các kịch bản làm ví dụ về trạng thái công suất truyền dẫn UE và dự phòng công suất tương ứng. Ở phía bên trái của Fig.25, thiết bị người dùng không bị giới hạn công suất (PHR dương), trong khi đó ở phía bên phải của Fig.25 thì một dự phòng công suất âm có ngụ ý là sự giới hạn công suất của thiết bị người dùng. Lưu ý rằng, $P_{MAX_L} \leq P_{MAX} \leq \min(P_{EMAX}, P_{PowerClass})$ trong đó giới hạn dưới P_{MAX_L} thường phụ thuộc chủ yếu vào trị số giảm công suất tối đa MPR và lượng giảm công suất tối đa bổ sung $AMPR$, nghĩa là $P_{MAX_L} \cong P_{PowerClass} - MPR - AMPR$.

Các cải tiến thêm cho LTE (LTE-A)

Phổ tần số cho IMT-Advanced được quyết định hội nghị truyền thông vô tuyến thế giới 2007 (WRC07- World Radiocommunication Conference 2007). Mặc dù phổ tần số tổng thể cho IMT-Advanced đã được quyết định, nhưng dải tần số khả dụng thực tế là khác nhau tùy theo mỗi vùng hay mỗi quốc gia. Theo quyết định về đề cương phổ tần số khả dụng, tuy nhiên, sự chuẩn hóa giao diện vô tuyến đã bắt đầu trong dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3GPP - the 3rd Generation Partnership Project). Tại cuộc họp 3GPP TSG RAN #39, phần mô tả mục nghiên cứu về "Further Advancements for E-UTRA (LTE-Advanced)" đã được chấp nhận. Các mục nghiên cứu bao trùm các thành phần công nghệ sẽ được xem xét để phát triển E-UTRA, ví dụ để đáp ứng các yêu cầu về IMT-

Advanced. Hai thành phần kỹ thuật chính hiện đang được xem xét cho LTE-A được mô tả dưới đây.

Việc gộp sóng mang trong LTE-A để hỗ trợ dải tần rộng hơn

Trong việc gộp sóng mang, hai hoặc nhiều sóng mang thành phần được gộp để hỗ trợ truyền dẫn dải tần rộng hơn lên đến 100MHz. Tất cả các sóng mang thành phần có thể được tạo cấu hình để tương thích với LTE phiên bản 8/9, ít nhất khi số sóng mang thành phần được gộp trong liên kết lên và liên kết xuống là như nhau. Không phải tất cả các sóng mang thành phần đều được gộp bởi một thiết bị người dùng nhất thiết phải tương thích với phiên bản 8/9.

Một thiết bị người dùng có thể đồng thời nhận và truyền một hoặc nhiều sóng mang thành phần tùy thuộc vào khả năng của nó. Một thiết bị người dùng LTE-A phiên bản 10 có các khả năng nhận và/hoặc truyền dẫn để gộp sóng mang có thể đồng thời nhận và/hoặc truyền trên nhiều sóng mang thành phần trong khi đó một thiết bị người dùng LTE phiên bản 8/9 có thể nhận và truyền chỉ một sóng mang thành phần đơn, miễn là cấu trúc của sóng mang thành phần theo các đặc điểm kỹ thuật của phiên bản 8/9.

Việc gộp sóng mang được hỗ trợ cho cả các sóng mang thành phần liên tục và không liên tục với mỗi sóng mang thành phần bị giới hạn tối đa 110 khối tài nguyên trong miền tần số sử dụng cách ghi số của phiên bản 8/9. Có thể tạo cấu hình cho thiết bị người dùng để gộp chung một số các sóng mang thành phần khác nhau xuất phát từ cùng một eNodeB và của các dải tần có thể khác nhau trong in liên kết lên và liên kết xuống:

- Số sóng mang thành phần liên kết xuống mà có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng gộp liên kết xuống của thiết bị người dùng;

- Số sóng mang thành phần liên kết lên mà có thể được tạo cấu hình phụ thuộc vào khả năng gộp liên kết lên của thiết bị người dùng;
- Có thể tạo cấu hình cho thiết bị người dùng có nhiều sóng mang thành phần liên kết lên hơn sóng mang thành phần liên kết xuống;
- Trong các triển khai TDD thông thường, số sóng mang thành phần và dải tần của mỗi sóng mang thành phần trong liên kết lên và liên kết xuống là giống nhau.

Các sóng mang thành phần xuất phát từ cùng một eNodeB không cần cung cấp cùng một vùng phủ sóng.

Khoảng cách giữa các tần số trung tâm của các sóng mang thành phần được gộp liên tục sẽ là bội của 300 kHz. Điều này là để tương thích với mảnh tần số 100 kHz của phiên bản 8/9 và cùng lúc duy trì sự trực giao của các sóng mang con có khoảng cách 15 kHz. Tùy thuộc vào kịch bản gộp, mà khoảng cách $n \times 300$ kHz có thể được tạo điều kiện thuận lợi bằng cách chen một số ít các sóng mang con không sử dụng giữa các sóng mang thành phần liên tục.

Bản chất của việc gộp nhiều sóng mang chỉ được bộc lộ ra với lớp MAC. Đối với cả liên kết lên và liên kết xuống thì có một thực thể HARQ được yêu cầu trong MAC đối với mỗi sóng mang thành phần được gộp. Hầu như, có (khi không có công nghệ nhiều đầu vào nhiều đầu ra cho một người dùng (SU-MIMO - Single User Multiple Input Multiple Output) - đối với liên kết lên) một khối vận chuyển cho từng sóng mang thành phần. Một khối vận chuyển và các lần truyền lại HARQ tiềm năng của nó cần được ánh xạ trên cùng một sóng mang thành phần. Cấu trúc hai lớp với sự gộp sóng mang được kích hoạt được thể hiện trên Fig.19 và Fig.20 đối với liên kết xuống và liên kết lên tương ứng.

Khi sự gộp sóng mang được tạo cấu hình, thì thiết bị người dùng chỉ có một RRC kết nối với mạng. Lúc thiết lập/tái thiết lập kết nối RRC, một ô cung cấp đầu vào bảo đảm (một ECGI, một PCI và một ARFCN) và thông tin độ linh động tầng không truy nhập (ví dụ TAI) tương tự như ở LTE phiên bản 8/9. Sau khi thiết lập/tái thiết lập kết nối RRC, sóng mang thành phần tương ứng với ô đó được gọi là ô chính (Pcell - Primary Cell) liên kết xuống. Luôn có một và chỉ một PCell liên kết xuống (DL Pcell - DownLink Pcell) và một PCell liên kết lên (UL PCell) được tạo cấu hình cho mỗi thiết bị người dùng trong chế độ được kết nối. Trong tập các sóng mang thành phần được tạo cấu hình, các ô khác được gọi là các ô phụ (Scells - Secondary Cells). Các đặc trưng của PCell liên kết xuống và liên kết lên là:

- PCell liên kết lên dùng để truyền dẫn thông tin điều khiển liên kết lên lớp 1
- PCell liên kết xuống không thể giải kích hoạt
- Sự tái thiết lập được xúc phát khi PCell liên kết xuống chịu fading Rayleigh (RLF - Rayleigh fading), chứ không phải khi các SCell liên kết xuống chịu RLF
- Ô PCell liên kết xuống có thể thay đổi với sự chuyển vùng
- Thông tin tầng không truy nhập tầng được lấy từ PCell liên kết xuống.

Việc tạo cấu hình lại, bổ sung và loại bỏ các sóng mang thành phần có thể được thực hiện bởi RRC. Lúc chuyển vùng nội LTE, RRC cũng có thể bổ sung, loại bỏ hoặc tạo cấu hình lại các sóng mang thành phần để sử dụng trong ô đích. Khi bổ sung một sóng mang thành phần mới, thì báo hiệu RRC dành riêng được sử dụng để gửi các thông tin hệ thống của các sóng mang thành phần mà cần thiết cho việc truyền/nhận sóng mang thành phần truyền dẫn (tương tự như trong LTE phiên bản 8/9 đối với sự chuyển vùng).

Khi việc gộp sóng mang được tạo cấu hình, thiết bị người dùng có thể được lập lịch đồng thời qua nhiều sóng mang thành phần, nhưng nhiều nhất chỉ một thủ tục truy nhập ngẫu nhiên sẽ xảy ra tại thời điểm bất kỳ. Việc lập lịch sóng mang chéo cho phép kênh điều khiển liên kết xuống vật lý (PDCCH - Physical Downlink Control Channel) của một sóng mang thành phần được lập lịch các tài nguyên trên sóng mang thành phần khác. Với mục đích này một trường nhận dạng sóng mang (CIF - identification field) thành phần được đưa vào trong các định dạng thông tin điều khiển liên kết xuống tương ứng (DCI - Downlink Control Information). Một sự liên kết giữa các sóng mang thành phần liên kết lên và liên kết xuống cho phép nhận dạng sóng mang thành phần liên kết lên mà cho phép được áp dụng cho nó khi có sự lập lịch sóng mang không chéo (no-cross-carrier scheduling). Sự liên kết của các sóng mang thành phần liên kết xuống với các sóng mang thành phần liên kết lên không nhất thiết phải là một với một. Nói cách khác, thì nhiều sóng mang thành phần liên kết xuống có thể liên kết với cùng một sóng mang thành phần liên kết lên. Đồng thời, một sóng mang thành phần liên kết xuống chỉ có thể liên kết với một sóng mang thành phần liên kết lên.

Kích hoạt (Giải kích hoạt) một sóng mang thành phần và thao tác DRX

Trong việc gộp sóng mang, mỗi khi thiết bị người dùng được tạo cấu hình chỉ với một sóng mang thành phần, thì việc thu không liên tục (DRX - discontinuous reception) LTE phiên bản 8/9 được áp dụng. Trong các trường hợp khác, thì cùng một thao tác DRX được áp dụng cho tất cả các ô được tạo cấu hình và được kích hoạt, các sóng mang thành phần tương ứng (nghĩa là thời gian kích hoạt giống nhau đối với việc giám sát PDCCH). Khi ở thời điểm kích hoạt, sóng mang thành phần bất kỳ luôn có thể lập lịch lập lịch kênh chia sẻ liên kết xuống vật lý (PDSCH - Physical Downlink Shared Channel) trên bất kỳ sóng

mang thành phần được tạo cấu hình và được kích hoạt nào khác (các hạn chế thêm chưa được nghiên cứu).

Để cho phép tiêu thụ pin của thiết bị người dùng một cách hợp lý khi sự gộp sóng mang được tạo cấu hình, thì một cơ chế kích hoạt/giải kích hoạt sóng mang thành phần cho các SCell liên kết xuống được đưa ra (nghĩa là việc kích hoạt/giải kích hoạt không được áp dụng với PCell). Khi một SCell liên kết xuống không kích hoạt, thì thiết bị người dùng không cần nhận PDCCH hoặc PDSCH tương ứng, cũng không cần thực hiện các phép đo chỉ báo chất lượng kênh (CQI - Channel Quality Chỉ báo). Ngược lại, khi một SCell liên kết xuống kích hoạt, thiết bị người dùng sẽ nhận PDSCH và PDCCH (nếu có mặt), và được mong muốn sẽ có thể thực hiện các to có thể thực hiện các phép đo CQI. Tuy nhiên, trong liên kết lên, thiết bị người dùng luôn được yêu cầu có thể truyền trên PUSCH trên bất kỳ sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình nào khi được lập lịch trên PDCCH tương ứng (nghĩa là không có sự kích hoạt tường minh của các sóng mang thành phần liên kết lên).

Các chi tiết khác về cơ chế kích hoạt/giải kích hoạt cho SCells là:

- Việc kích hoạt tường minh của các SCell liên kết xuống được thực hiện bởi báo hiệu MAC;
- Việc giải kích hoạt tường minh của các SCell liên kết xuống được thực hiện bởi báo hiệu MAC;
- Việc giải kích hoạt ẩn của các SCell liên kết xuống cũng có thể được thực hiện;
- Các SCell liên kết xuống có thể được kích hoạt và được giải kích hoạt một độc lập, và một lệnh kích hoạt/giải kích hoạt đơn có thể kích hoạt/giải kích hoạt một tập con các SCell liên kết xuống được tạo cấu hình;

- Các SCell được bổ sung vào tập các sóng mang thành phần được tạo cấu hình được “giải kích hoạt” từ ban đầu.

Việc điều khiển công suất liên kết lên để gộp sóng mang

Mặc dù hầu hết các nội dung chi tiết về thuật toán điều khiển công suất liên kết lên cho trường hợp gộp sóng mang vẫn đang mở và đang được thảo luận trong các nhóm nghiên cứu 3GPP, nhưng có một thỏa thuận chung là LTE-A phiên bản 10 hỗ trợ điều khiển công suất liên kết lên riêng cho sóng mang thành phần, nghĩa là sẽ có một vòng lặp điều khiển công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng. Hơn nữa, người ta đã quyết định rằng dự phòng công suất sẽ được báo cáo cho từng sóng mang thành phần. Trong trường hợp giới hạn công suất, nghĩa là công suất truyền dẫn UE đang vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng, thì sự định tỷ lệ công suất dưới đây được áp dụng.

Để định tỷ lệ công suất, công suất PUCCH sẽ được dành ưu tiên và công suất còn lại có thể được sử dụng bởi PUSCH (nghĩa là công suất PUSCH được định tỷ lệ xuống trước tiên, có thể là về không). Hơn nữa, một PUSCH với thông tin điều khiển liên kết lên (UCI - Uplink Control Information) được dành ưu tiên hơn so với PUSCH không có UCI, ngoài ra, việc định tỷ lệ công suất bằng nhau cho các truyền dẫn PUSCH không có UCI được xem xét.

Khi mỗi sóng mang thành phần có thể được giả thiết là có vòng lặp điều khiển công suất của riêng nó và mỗi khối vận chuyển trên mỗi sóng mang thành phần được truyền với một tập độc lập công suất cho sóng mang thành phần, thì việc báo cáo dự phòng công suất sẽ được thực hiện cho mỗi sóng mang thành phần. Bởi việc gộp sóng mang có thể được xem như phép nhân của một vài sóng mang (thành phần) LTE phiên bản 8/9, nên cũng có thể giả thiết rằng việc báo

cáo dự phòng công suất trên các sóng mang thành phần riêng sẽ sử dụng lại các thủ tục báo cáo dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9.

Do đó mỗi thiết bị người dùng truyền các báo cáo dự phòng công suất đối với mỗi sóng mang thành phần trên sóng mang thành phần đó. Điều này có nghĩa là mỗi sóng mang thành phần mà có một truyền dẫn liên kết lên trong một khung con riêng cũng có thể truyền một báo cáo dự phòng công suất rằng các điều kiện để gửi một báo cáo như vậy đã được đáp ứng.

Việc báo cáo dự phòng công suất như đã biết từ LTE phiên bản 8/9 được điều khiển, được xúc phát tương ứng trên một cơ sở sóng mang thành phần (bằng cách sử dụng các bộ định thời khác nhau). Việc áp dụng khái niệm này cho các sóng mang thành phần riêng của một hệ thống sử dụng sự gộp sóng mang, điều này có nghĩa là điều hầu như không bao giờ xảy ra là trong một khung con, mỗi sóng mang thành phần với một truyền dẫn liên kết lên đang truyền một báo cáo dự phòng công suất. Do đó, thậm chí nếu các bộ định thời liên quan đến việc báo cáo dự phòng công suất (the *periodicPHR timer* và the *prohibitPHR timer*) được thiết lập cho cùng các trị số đối với tất cả các sóng mang thành phần, thì các báo cáo dự phòng công suất đồng thời trên tất cả các sóng mang thành phần trong một khung con sẽ chỉ có thể xảy ra ngẫu nhiên.

Fig.10 thể hiện sự báo cáo dự phòng công suất làm ví dụ trong một hệ thống LTE-A, giả thiết rằng sự báo cáo dự phòng công suất của LTE phiên bản 8/9 được áp dụng cho mỗi trong số ba sóng mang thành phần làm ví dụ (từ CoCa1 đến CoCa3). Tại T_1 , có một sự phân định liên kết lên trên tất cả ba các sóng mang thành phần và một khối vận chuyển liên kết lên, PDU MAC tương ứng, bao gồm một báo cáo dự phòng công suất cho sóng mang thành phần tương ứng được gửi trên mỗi sóng mang thành phần. Khi có một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần (mỗi - CC), thì eNodeB được báo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng. Ngoài ra, các bộ định thời

periodicPHR-Timer và *prohibitPHR-Timer* tương ứng được khởi động lại cho mỗi sóng mang thành phần. Đối với các sóng mang thành phần CoCa2 và CoCa3, người ta giả thiết rằng sau khi hết hạn *periodicPHR-Timer* thì không có sự cập phát liên kết lên trong khung con tiếp theo, để không có báo cáo dự phòng công suất định kỳ có thể được gửi ngay lập tức. Do đó tại T_2 , thiết bị người dùng truyền một khối vận chuyển/PDU MAC với một báo cáo dự phòng công suất chỉ trên sóng mang thành phần CoCa1. Khi chỉ có một sự phân định tài nguyên trên sóng mang thành phần CoCa1, thì eNodeB có thể kết luận lại về trạng thái công suất của thiết bị người dùng từ báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC tại T_2 .

Tuy nhiên tại T_3, T_4 , và T_5 , chỉ một số khối vận chuyển/PDU của các sóng mang thành phần trong một khung con mang báo cáo dự phòng công suất. Liên quan đến báo cáo dự phòng công suất trên sóng mang thành phần CoCa3 tại T_5 , sự thay đổi tổn hao đường truyền trên sóng mang thành phần CoCa3 được giả thiết là xúc phát báo cáo dự phòng công suất, nhưng tại thời điểm thay đổi tổn hao đường truyền không sóng mang nào trong số các sóng mang thành phần có các truyền dẫn liên kết lên (nghĩa là các sóng mang thành phần CoCa1 và CoCa2) có chứa báo cáo dự phòng công suất. Do đó, tại T_3, T_4 , và T_5 , eNodeB không biết về công suất truyền thực tế sử dụng trên các truyền dẫn liên kết lên trong các khung con tương ứng.

Hơn nữa, trong LTE phiên bản 10 ở phạm vi gộp sóng mang, có hai giới hạn công suất tối đa, một công suất truyền UE tối đa tổng cộng P_{CNMAX} và một công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng $P_{CMAC,c}$. Nhóm nghiên cứu 3GPP RAN4 đã hoàn toàn chỉ rõ rằng cả công suất truyền tối đa (danh định) cho mỗi thiết bị người dùng P_{CNMAX} và công suất truyền sóng mang thành phần riêng tối đa (danh định) $P_{CMAC,c}$ sẽ giống nhau bất kể số sóng mang được hỗ trợ, để

không ảnh hưởng đến ngân sách liên kết của thiết bị người dùng có khả năng gộp sóng mang ở chế độ vận hành đơn sóng mang.

Khác với LTE phiên bản 8/9, trong LTE-A phiên bản 10 thiết bị người dùng còn phải đối phó với đồng thời truyền dẫn PUSCH - PUCCH, lập lịch nhiều nhóm, và đồng thời truyền dẫn trên nhiều sóng mang thành phần, mà yêu cầu các trị số MPR lớn hơn và còn gây ra sự biến thiên lớn hơn của các trị số MPR được áp dụng so với 3GPP phiên bản 8/9.

Cần lưu ý rằng eNodeB không biết về việc giảm công suất được áp dụng bởi thiết bị người dùng trên mỗi sóng mang thành phần, do lượng suy giảm công suất thực tế phụ thuộc vào loại cấp phát, trị số MPR chuẩn hóa và còn vào sự cài đặt thiết bị người dùng. Do đó eNodeB không biết công suất truyền dẫn tối đa của sóng mang thành phần riêng mà liên quan đến thiết bị người dùng tính toán dự phòng công suất. Trong LTE phiên bản 8/9, ví dụ, công suất truyền tối đa của thiết bị người dùng P_{CNMAX} có thể nằm trong khoảng xác định như được mô tả ở trên ($P_{CMAX_L} \leq P_{CMAX} \leq P_{CMAX_H}$).

Do lượng suy giảm công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần riêng $P_{CMAC,c}$, mà không được biết bởi eNodeB như được giải thích ở trên, nên eNodeB thực ra không thể biết làm sao để khép một thiết bị người dùng đang vận hành vào công suất truyền dẫn tối đa tổng cộng P_{CNMAX} của nó. Do đó có thể xảy ra trường hợp ở đó thiết bị người dùng đang vượt quá công suất truyền dẫn tối đa của thiết bị người dùng tổng cộng P_{CNMAX} mà từ đó sẽ yêu cầu định tỷ lệ công suất. Fig.26 thể hiện một kịch bản làm ví dụ ở đó thiết bị người dùng bị giới hạn công suất, nghĩa là việc áp dụng định tỷ lệ công suất trên các sóng mang thành phần CC#1 và CC#2 được tạo cấu hình trong liên kết lên. Mặc dù thiết bị người dùng bị giới hạn công suất, thì các báo cáo dự phòng công suất

của sóng mang thành phần riêng theo các định nghĩa LTE vẫn chỉ báo là dự phòng công suất đủ lớn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một mục đích của sáng chế là đề xuất các thủ tục để cho phép eNodeB nhận biết trạng thái sử dụng công suất của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang.

Mục đích này được giải quyết bởi các đối tượng yêu cầu bảo hộ của các điểm độc lập. Các phương án thực hiện ưu tiên được thể hiện ở các điểm phụ thuộc.

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế là để cho phép thiết bị người dùng chỉ báo cho eNodeB khi nào nó sắp có khả năng bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất, nghĩa là khi gần sử dụng công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó (còn được gọi là “công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng”, “công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng” dưới đây) hoặc các cấp phát tài nguyên và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB sẽ yêu cầu bằng cách sử dụng một công suất truyền vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Theo khía cạnh thứ nhất này của sáng chế và theo sự cài đặt làm ví dụ thứ nhất, thiết bị người dùng sử dụng một chỉ báo trong các đơn vị dữ liệu giao thức MAC (PDU MAC - protocol data unit MAC) của mỗi khung con để báo hiệu cho eNodeB, liệu thiết bị người dùng có được áp dụng việc định tỷ lệ công suất để truyền dẫn (của các PDU MAC) trong khung con tương ứng. (Các) Chỉ báo có thể, ví dụ, có thể nằm trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ MAC của các PDU MAC.

Theo một cải biến của sự cài đặt làm ví dụ thứ nhất, một chỉ báo được cung cấp cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình (hoặc thay bằng mỗi kích hoạt) trong liên kết lên để cho phép sự chỉ báo về việc sử dụng định tỷ lệ công suất cho các sóng mang thành phần riêng trong liên kết lên. Ví dụ, điều này có thể được thực hiện bằng cách dồn kênh các chỉ báo tương ứng với các PDU MAC được truyền bởi thiết bị người dùng trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình (hoặc thay bằng kích hoạt) tương ứng trong liên kết lên, sao cho chỉ báo có thể được kết hợp với sóng mang thành phần được tạo cấu hình (hoặc thay bằng kích hoạt) trên đó nó được truyền.

Nếu một chỉ báo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng được thực hiện trước khi thiết bị người dùng thực sự đạt tới công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó, một trị số ngưỡng (ví dụ một phần trăm xác định) có thể được định nghĩa liên quan đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng, mà khi đã vượt quá, thì xúc phát thiết bị người dùng để thiết lập một chỉ báo. Trong trường hợp này, khi thiết lập, chỉ báo sẽ chỉ báo cho eNodeB rằng thiết bị người dùng gần sử dụng công suất truyền UE tối đa tổng cộng (nghĩa là đã vượt quá trị số ngưỡng). Ngoài ra, chỉ báo này có thể được báo hiệu cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình riêng và có thể, ví dụ, nằm trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ MAC của các PDU MAC.

Vẫn theo khía cạnh thứ nhất và theo một sự cài đặt làm ví dụ thứ hai khác, nếu thiết bị người dùng cần áp dụng việc định tỷ lệ công suất cho một truyền dẫn của các PDU MAC trong một khung con cho trước, thì thiết bị người dùng truyền trong khung con này một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc thay bằng mỗi kích hoạt) (còn được gọi là (các) báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần) cùng với một chỉ báo rằng (các) báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần được xúc phát bởi công suất truyền ước lượng được yêu cầu để

truyền các PDU MAC trong khung con cho trước đang vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng (thay vào đó, chỉ báo cũng có thể được diễn dịch như một chỉ báo về việc định tỷ lệ công suất đang được áp dụng cho các truyền dẫn trong khung con cho trước bởi thiết bị người dùng do sự kiện này).

Do đó, trong sự cài đặt làm ví dụ thứ hai này, khi công suất truyền được yêu cầu cho một truyền dẫn của các PDU MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, thì một báo cáo dự phòng công suất không định kỳ cho mỗi sóng mang thành phần cho tất cả sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc kích hoạt) được xúc phát và được gửi bởi thiết bị người dùng. Sự chỉ báo về xúc phát cho các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần có thể, ví dụ, nằm trong một tiêu đề phụ MAC của một PDU MAC mang một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần trong một phần tử điều khiển MAC.

Sự cài đặt làm ví dụ thứ hai này còn có thể được cải biến để báo hiệu một chỉ báo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng trước khi thiết bị người dùng thực sự đạt tới công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó. Ngược lại, một trị số ngưỡng (ví dụ một phần trăm xác định) có thể được định nghĩa so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng, mà khi vượt quá, thì xúc phát thiết bị người dùng gửi một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

Ngoài ra, một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc thay bằng mỗi kích hoạt) tùy chọn có thể được gửi cùng với một chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất tương ứng đã được xúc phát do vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hoặc một ngưỡng tương đương. Ví dụ, chỉ báo như vậy có thể nằm trong

một tiêu đề phụ MAC của một phần tử điều khiển MAC chuyển tải một báo cáo dự phòng công suất cho một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng.

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ ba nữa theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng đang chỉ báo cho eNodeB lượng suy giảm công suất được áp dụng được áp dụng cho công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần. Như một lựa chọn, thay vì suy giảm công suất, thì công suất truyền tối đa của mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (sau khi được áp dụng suy giảm công suất sóng mang thành phần riêng) có thể được báo hiệu cho eNodeB.

Lượng suy giảm công suất có thể, ví dụ, được báo hiệu cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình hoặc kích hoạt.

Theo một ví dụ nữa, lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần được báo hiệu cùng với một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình cho eNodeB.

Thông tin về trạng thái công suất của thiết bị người dùng có thể được báo hiệu ở dạng một hoặc nhiều phần tử điều khiển MAC mà nằm trong (các) PDU MAC của một khung con cho trước. Ngoài ra, thông tin trạng thái công suất được báo hiệu cho phép eNodeB suy ra trạng thái công suất cho mỗi thiết bị người dùng mà đang báo hiệu thông tin trạng thái công suất của nó. Bộ lập lịch của eNodeB, ví dụ, có thể tính đến trạng thái công suất của các thiết bị người dùng tương ứng trong các cấp phát tài nguyên động và/hoặc bán ổn định cho các thiết bị người dùng tương ứng.

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ tư khác theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng được phép chỉ báo cho eNodeB khi nó có khả năng trở

thành bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất bằng cách định nghĩa một phần tử điều khiển MAC mới mà được chèn bởi thiết bị người dùng vào một hoặc nhiều đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trên các sóng mang thành phần tương ứng (được phân định) trong một khung con đơn mà đang cung cấp cho eNodeB một chỉ báo tương ứng.

Hơn nữa, ngoài việc chỉ báo về thiết bị người dùng tiệm cận với công suất truyền UE tối đa tổng cộng, thì phần tử điều khiển được chèn vào các đơn vị dữ liệu giao thức có thể còn chỉ báo một dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng (per-UE). Ví dụ, dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng chỉ báo công suất truyền không sử dụng bởi thiết bị người dùng khi truyền các đơn vị dữ liệu giao thức (bao gồm phần tử điều khiển MAC) trong khung con so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Phần tử điều khiển MAC có thể được chèn vào các đơn vị dữ liệu giao thức của một khung con. Ví dụ, phần tử điều khiển MAC có thể được chèn vào một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền bởi thiết bị người dùng trong khung con hoặc tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền bởi thiết bị người dùng trong khung con.

Theo một sự cài đặt thứ năm làm ví dụ khác và theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, mục đích được giải quyết bởi việc thiết bị người dùng gửi các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần cho tất cả các sóng mang thành phần được phân định trong một khung con đơn khi thiết bị người dùng có khả năng trở thành bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất, nghĩa là khi gần sử dụng công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó hoặc các cấp phát tài nguyên và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB sẽ yêu cầu sử dụng một công suất truyền vượt quá the công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Một khía cạnh thứ hai của sáng chế là đề xuất một định nghĩa về dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần khi báo cáo dự phòng công suất trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng việc gộp sóng mang trong liên kết lên. Theo một định nghĩa làm ví dụ, dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc thay bằng kích hoạt) được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất truyền liên kết lên được sử dụng.

Công suất truyền liên kết lên được sử dụng là công suất được sử dụng (hoặc được bức xạ) bởi thiết bị người dùng để truyền dẫn các PDU MAC trong khung con cho trước. Công suất truyền liên kết lên được sử dụng còn có thể gọi là công suất PUSCH được truyền. Do đó, công suất truyền liên kết lên được sử dụng có cân nhắc đến việc định tỷ lệ công suất (nếu được áp dụng để truyền dẫn). Do đó, công suất truyền được sử dụng có thể khác với công suất truyền được ước lượng mà là công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các PDU MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng như là kết quả của cách thức điều khiển công suất.

Như một lựa chọn, dự phòng công suất của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình có thể được định nghĩa như mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và một công suất PUSCH được ước lượng. Ví dụ, công suất PUSCH này được tính toán theo cách thức điều khiển công suất cho sóng mang thành phần tương ứng.

Ngoài ra, công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên (được tạo cấu hình) có thể tính đến lượng suy giảm công suất do các truyền dẫn đồng thời trên một hoặc nhiều sóng mang thành phần liên kết lên khác trong

khung con. Như một lựa chọn, các báo cáo dự phòng công suất chỉ được gửi cho các sóng mang thành phần liên kết lên kích hoạt của thiết bị người dùng.

Dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể được cung cấp ở dạng một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần. Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần, ví dụ, được báo hiệu ở dạng một phần tử điều khiển MAC trong một PDU MAC. Như được đề cập ở trên, phần tử điều khiển MAC mang báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần có thể được kết hợp với một tiêu đề phụ MAC trong một phần tiêu đề của PDU MAC mà có thể dùng để chỉ báo rằng dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần được xúc phát bởi tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng yêu cầu việc định tỷ lệ công suất.

Theo tất cả các khía cạnh của sáng chế và cũng theo tất cả các phương án và các cài đặt làm ví dụ được mô tả, thiết bị người dùng có thể tùy chọn báo cáo chỉ về các sóng mang thành phần được tạo cấu hình mà hoạt động/công hiệu, mà có thể được gọi là các sóng mang thành phần hoạt động (nghĩa là các chỉ báo, các báo cáo dự phòng công suất, v.v.. có thể chỉ được báo hiệu cho các sóng mang thành phần hoạt động). Điều này có thể có lợi, ví dụ, nếu việc tạo cấu hình và (giải) kích hoạt các sóng mang thành phần liên kết lên của một thiết bị người dùng có thể được điều khiển riêng rẽ.

Theo một phương án sáng chế đề cập đến phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của một thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Phương pháp này bao gồm các bước sau, được thực hiện bởi thiết bị người dùng cho mỗi khung con ở đó thiết bị người dùng thực hiện một truyền dẫn trong liên kết lên. Thiết bị người dùng xác định xem liệu một công suất truyền ước lượng được yêu cầu cho một truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang

thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng sẽ vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Nếu thế, thiết bị người dùng thực hiện việc định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng. Các đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền chứa một chỉ báo để chỉ báo cho eNodeB xem liệu việc định tỷ lệ công suất đã được thực hiện bởi thiết bị người dùng hay chưa, để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trong khung con tương ứng.

Chỉ báo có thể, ví dụ, nằm trong một tiêu đề MAC của của ít nhất một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức MAC. Ví dụ, chỉ báo này có thể là một cờ trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ MAC của tiêu đề MAC tương ứng nằm trong ít nhất một đơn vị dữ liệu giao thức MAC.

Ngoài ra, sáng chế theo một phương án làm ví dụ, thì việc định tỷ lệ công suất có thể được thực hiện đối với mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình riêng. Đối với mỗi sóng mang thành phần liên kết lên mà trên đó một đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền, thì ít nhất một đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền trên sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng chứa một chỉ báo để chỉ báo cho eNodeB xem liệu việc định tỷ lệ công suất đã được áp dụng để truyền dẫn trên sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng trong khung con hay chưa.

Sáng chế theo một phương án khác đề cập đến một phương pháp nữa để báo cho eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Theo phương án này, thiết bị người dùng xác định xem liệu một công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các

sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng sẽ vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không. Nếu rơi vào trường hợp này, thì thiết bị người dùng thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và còn xúc phát việc sinh ra một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng. Thiết bị người dùng truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng cùng với một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng và một chỉ báo về (các) báo cáo dự phòng công suất đang được xúc phát bởi công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Ngoài ra, thiết bị người dùng có thể tùy chọn xác định thêm, trong trả lời cho xúc phát, một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng, trong đó dự phòng công suất cho một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất truyền liên kết lên được sử dụng. Do đó, định nghĩa này về dự phòng công suất có cân nhắc đến việc định tỷ lệ công suất.

Như một lựa chọn, hoặc thêm vào đó, thiết bị người dùng có thể xác định, trong trả lời cho xúc phát, một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng, trong đó dự phòng công suất của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang

thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất truyền ước lượng liên kết lên trên sóng mang thành phần tương ứng. Do đó, định nghĩa thay thế này về dự phòng công suất không cần nhắc đến việc định tỷ lệ công suất.

Như một lựa chọn, dự phòng công suất theo cả hai định nghĩa nêu trên có thể được xác định bởi thiết bị người dùng cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và có thể được cung cấp cho eNodeB trong báo cáo dự phòng công suất.

Theo phương án làm ví dụ nữa của phương pháp này, lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình mà được xác định bởi thiết bị người dùng có cân nhắc (các) truyền dẫn trên (các) sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình khác của thiết bị người dùng trong khung con.

Hơn nữa, theo một phương án làm ví dụ khác, sự chỉ báo về (các) báo cáo dự phòng công suất đã được xúc phát do công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng được cung cấp bằng cách thiết lập một cờ trong một tiêu đề phụ MAC cho một phần tử điều khiển MAC mang ít nhất một trong số các báo cáo dự phòng công suất. Ví dụ, một tiêu đề phụ MAC có thể nằm trong một phần tiêu đề của đơn vị dữ liệu giao thức MAC mà phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với nó để mỗi phần tử điều khiển MAC chứa một báo cáo dự phòng công suất tương ứng. Một cờ trong tiêu đề phụ MAC chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất trong phần tử điều khiển MAC đã được xúc phát do công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Theo một phương án làm ví dụ khác, một phương pháp nữa để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Như một lựa chọn, phương pháp này có thể được thực hiện cho mỗi khung con ở đó thiết bị người dùng thực hiện truyền dẫn liên kết lên. Theo phương pháp này, thiết bị người dùng xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng sẽ vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Nếu rơi vào trường hợp này, thiết bị người dùng thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng. Các đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền chứa ít nhất một phần tử điều khiển MAC chỉ báo lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của thiết bị người dùng cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

Như một lựa chọn, thiết bị người dùng có thể báo hiệu công suất truyền tối đa của thiết bị người dùng cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình, tuy nhiên điều này có thể kéo theo nhiều phí tổn điều khiển hơn trong việc báo hiệu so với báo hiệu lượng suy giảm công suất tại cùng một mức độ chi tiết.

Như một lựa chọn, (các) phần tử điều khiển MAC chỉ báo lượng suy giảm công suất cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình có thể được bao gồm với các PDU MAC chỉ trong một khung con, nếu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng sẽ vượt

quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, nghĩa là nếu thiết bị người dùng phải áp dụng việc định tỷ lệ công suất.

Theo một phương án chi tiết hơn về phương pháp này, có thể giả thiết rằng việc định tỷ lệ công suất được thực hiện đối với mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình riêng. Đối với mỗi sóng mang thành phần liên kết lên mà trên đó đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền, ít nhất một đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền trên sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng chứa một phần tử điều khiển MAC mà chỉ báo lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của các sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng.

Theo một phương án làm ví dụ nữa của sáng chế, trong trường hợp công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng sẽ vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, thì thiết bị người dùng còn sinh ra một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và truyền các báo cáo dự phòng công suất cùng với các đơn vị dữ liệu giao thức MAC chứa phần tử điều khiển MAC để báo cáo suy giảm công suất cho eNodeB.

Theo một phương án làm ví dụ khác của sáng chế, thiết bị người dùng báo hiệu lượng suy giảm công suất và một báo cáo dự phòng công suất cho sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng được tạo cấu hình trong trả lời cho sự (giải) kích hoạt của một sóng mang thành phần liên kết lên hoặc trong trả lời cho một sự thay đổi được định nghĩa trước về lượng suy giảm công suất được áp dụng với công suất truyền tối đa cho một sóng mang thành phần liên kết lên.

Theo một phương án khác của sáng chế, định dạng của phần tử điều khiển MAC báo hiệu lượng suy giảm công suất được xác định bởi

- Một ký hiệu nhận dạng kênh logic định trước được định nghĩa cho các phần tử điều khiển MAC báo hiệu lượng suy giảm công suất, hoặc
- Một ký hiệu nhận dạng kênh logic định trước được định nghĩa cho các phần tử điều khiển MAC báo hiệu một báo cáo dự phòng công suất và một hoặc nhiều cờ,

nằm trong tiêu đề phụ MAC của phần tử điều khiển MAC.

Phương pháp theo các phương án làm ví dụ khác nhau để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng có thể - theo một phương án khác của sáng chế - bao gồm các bước: nhận bởi thiết bị người dùng ít nhất một phân định tài nguyên liên kết lên, trong đó mỗi phân định tài nguyên liên kết lên đang phân định các tài nguyên để truyền dẫn ít nhất một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên một trong số các sóng mang thành phần đến thiết bị người dùng, và sinh ra cho mỗi phân định tài nguyên liên kết lên nhận được ít nhất một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức MAC để truyền dẫn trên sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Mỗi đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền theo một trong số các sóng mang thành phần tương ứng theo một trong số các phân định tài nguyên nhận được (Lưu ý rằng trong trường hợp MIMO được sử dụng, hai PDU MAC có thể được truyền theo một sóng mang thành phần liên kết lên mà trên đó các tài nguyên đã được cho phép đến thiết bị người dùng). Việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực hiện bằng cách chạy một thủ tục dành ưu tiên kênh logic.

Theo khía cạnh thứ hai và theo một phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất một phần tử điều khiển MAC để truyền dẫn từ thiết bị người dùng đến eNodeB trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Theo phương án này phần tử điều khiển MAC chứa một báo cáo dự phòng công suất cho một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình

mà báo cáo mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất PUSCH được truyền (hoặc công suất truyền liên kết lên được sử dụng).

Theo một ví dụ công suất PUSCH được truyền $P_{\text{PUSCH},c}^{PS}(i)$ của khung con i được định nghĩa bởi

$$P_{\text{PUSCH},c}^{PS}(i) = PSF_c \cdot \min\{P_{\text{CMAX},c}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH},c}(i)) + P_{0,\text{PUSCH},c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{\text{TF},c}(i) + f_c(i)\}$$
 trong đó PSF_c là hệ số định tỷ lệ công suất được áp dụng cho sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng được tạo cấu hình c .

Ngoài ra, theo một phương án làm ví dụ khác của sáng chế, phần tử điều khiển MAC có thể còn bao gồm một báo cáo dự phòng công suất của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình mà báo cáo mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất PUSCH được ước lượng (hoặc công suất truyền liên kết lên ước lượng trên sóng mang thành phần tương ứng).

Sáng chế vẫn theo khía cạnh thứ hai và theo một phương án làm ví dụ thay thế đề xuất một phần tử điều khiển MAC khác để truyền dẫn từ thiết bị người dùng đến eNodeB trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Phần tử điều khiển MAC này chứa một báo cáo dự phòng công suất của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình mà báo cáo mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất PUSCH được ước lượng.

Theo cả hai phương án về phần tử điều khiển MAC, công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình có cân nhắc lượng suy giảm công suất do (các) truyền dẫn trên (các) sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình khác của thiết bị người dùng.

Sáng chế theo một phương án làm ví dụ khác đề cập đến một đơn vị dữ liệu giao thức MAC để truyền dẫn từ thiết bị người dùng đến eNodeB trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Đơn vị dữ liệu giao thức MAC bao gồm một phần tử điều khiển MAC chứa một báo cáo dự phòng công suất theo một trong số các phương án khác nhau được mô tả ở đây và một tiêu đề phụ MAC. Tiêu đề phụ MAC chứa một chỉ báo, mà khi thiết lập, chỉ báo cho eNodeB rằng báo cáo dự phòng công suất đã được xúc phát do công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến việc thực hiện các phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng bằng phản cứng và/hoặc gián tiếp thông qua các môđun phần mềm. Do đó, sáng chế theo một phương án khác đề cập đến thiết bị người dùng để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Thiết bị người dùng này có một phần xác định để xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không. Ngoài ra, thiết bị người dùng bao gồm một phần điều khiển công suất để thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và một phần truyền dẫn để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng. Các đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền chứa một chỉ báo để chỉ báo cho eNodeB xem liệu việc định tỷ lệ công suất đã được thực hiện hay chưa

bởi thiết bị người dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trong khung con tương ứng.

Một phương án làm ví dụ khác đề xuất thiết bị người dùng để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Thiết bị người dùng này bao gồm một phần xác định được làm thích ứng để xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không, và để xúc phát việc sinh ra một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng, và thêm một phần điều khiển công suất được làm thích ứng để thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Hơn nữa, thiết bị người dùng có một phần truyền dẫn được làm thích ứng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng cùng với một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng và một chỉ báo về (các) báo cáo dự phòng công suất đã được xúc phát do công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Theo một phương án nữa của sáng chế, thiết bị người dùng bao gồm: một phần xác định được làm thích ứng để xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và một phần điều khiển

công suất được làm thích ứng để thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và thêm một phần truyền dẫn được làm thích ứng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng. Các đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền bao gồm ít nhất một phần tử điều khiển MAC chỉ báo lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của thiết bị người dùng cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

Ngoài ra, theo một phương án khác của sáng chế, thiết bị người dùng được làm thích ứng để thực hiện các bước của các phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng theo một trong số các phương án khác nhau được mô tả.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất phương tiện đọc được bằng máy tính lưu trữ các câu lệnh mà, khi được chạy bởi một bộ xử lý của thiết bị người dùng, thì khiến cho thiết bị người dùng báo cho eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng cho mỗi khung con trong đó trạng thái này sẽ được truyền do thiết bị người dùng thực hiện một truyền dẫn trong liên kết lên trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần, bằng cách xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không, và nếu thế, thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng. Các đơn vị dữ liệu

giao thức MAC được truyền chứa một chỉ báo để chỉ báo cho eNodeB xem liệu việc định tỷ lệ công suất đã được thực hiện hay chưa bởi thiết bị người dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trong khung con tương ứng.

Phương tiện đọc được bằng máy tính theo một phương án khác của sáng chế lưu trữ các câu lệnh mà, khi được chạy bởi một bộ xử lý của thiết bị người dùng, khiến cho thiết bị người dùng báo cho eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần, bằng cách xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không, và nếu thế, thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và xúc phát việc sinh ra một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng, và truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng cùng với một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng và một chỉ báo về (các) báo cáo dự phòng công suất đang được xúc phát do công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Sáng chế theo một phương án nữa đề xuất phương tiện đọc được bằng máy tính lưu trữ các câu lệnh. Các câu lệnh này, khi được chạy bởi một bộ xử lý của thiết bị người dùng, khiến cho thiết bị người dùng báo cho eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng cho mỗi khung con trong đó trạng thái này sẽ được truyền do thiết bị người dùng thực hiện một truyền dẫn trong

liên kết lên trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần, bằng cách xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng có vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không, và nếu thế, thực hiện định tỷ lệ công suất của công suất truyền để giảm công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức MAC sao cho nó không còn vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, và truyền các đơn vị dữ liệu giao thức MAC đến eNodeB trong khung con tương ứng, trong đó các đơn vị dữ liệu giao thức MAC được truyền chứa ít nhất một phần tử điều khiển MAC chỉ báo lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của thiết bị người dùng cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

Ngoài ra, theo một phương án khác của sáng chế, phương tiện đọc được bằng máy tính có thể còn lưu trữ các câu lệnh để khi được chạy khiến cho thiết bị người dùng thực hiện các bước của các phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng theo một trong số các phương án được mô tả.

Theo một phương án khác, sáng chế đề cập đến khía cạnh thứ nhất của sáng chế, nghĩa là đề xuất phương pháp để báo cho eNodeB về trạng thái công suất của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Thiết bị người dùng này xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần tương ứng trong một khung con có vượt quá một trị số ngưỡng so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hay không. Nếu trị số ngưỡng này bị vượt quá, thì thiết bị người dùng dồn kênh phần tử điều khiển MAC với các đơn vị dữ liệu giao thức và truyền các đơn vị

dữ liệu giao thức chứa phần tử điều khiển MAC đến eNodeB trong khung con. Phần tử điều khiển MAC chỉ báo cho eNodeB rằng công suất truyền được sử dụng bởi thiết bị người dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức được sinh ra trên liên kết lên vượt quá trị số ngưỡng, nghĩa là báo cáo dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng. Trị số ngưỡng có thể, ví dụ, được định nghĩa là phần trăm của mức tối đa mà thiết bị người dùng được phép sử dụng.

Theo một phương án nữa của sáng chế, phần tử điều khiển MAC cung cấp cho eNodeB một dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng liên quan đến tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức liên kết lên được truyền trong khung con. Ví dụ, trong một hệ thống truyền thông trên cơ sở 3GPP giống như LTE-Advanced, dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng có thể tính cho tất cả các truyền dẫn trên một kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (PUSCH - Physical Uplink Shared Channel) và một kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH - Physical Uplink Control Channel) trong khung con.

Theo một phương án khác của sáng chế, ít nhất một phân định tài nguyên liên kết lên được nhận, trong đó mỗi phân định tài nguyên liên kết lên đang phân định các tài nguyên để truyền dẫn một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức trên một trong số các sóng mang thành phần đến thiết bị người dùng. Đối với mỗi phân định tài nguyên liên kết lên nhận được, một đơn vị dữ liệu giao thức được sinh ra để truyền dẫn trên sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Mỗi đơn vị dữ liệu giao thức được truyền theo một trong số các sóng mang thành phần tương ứng theo một trong số các phân định tài nguyên nhận được.

Theo một phương án khác của sáng chế, việc sinh ra cho mỗi phân định tài nguyên liên kết lên nhận được một đơn vị dữ liệu giao thức gồm có bước dồn kênh như nêu trên phần tử điều khiển MAC với ít nhất một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức nêu trên. Theo một phương án nữa của sáng chế, phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức hoặc

với mỗi đơn vị dữ liệu giao thức. Các đơn vị dữ liệu giao thức này có thể, ví dụ, được sinh ra bằng cách chạy một thủ tục dành ưu tiên kênh logic chung.

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế, mỗi sóng mang thành phần có một sự ưu tiên, và phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trên sóng mang thành phần có ưu tiên cao nhất mà phân định tài nguyên cho nó đã được nhận.

Theo một phương án thay thế của sáng chế, mỗi sóng mang thành phần có một sự ưu tiên, và phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trên sóng mang thành phần đạt được tỷ lệ lỗi khối thấp nhất, có dự phòng công suất lớn nhất hoặc trải nghiệm chất lượng kênh tốt nhất, và phân định tài nguyên cho nó đã được nhận.

Liên quan đến một phương án nữa của sáng chế, công suất truyền ước lượng được ước lượng dựa trên các phân định tài nguyên cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền.

Theo một phương án nữa của sáng chế, báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến nhận được từ eNodeB chỉ báo trị số ngưỡng nêu trên dưới dạng phần trăm của mức tối đa mà thiết bị người dùng được phép sử dụng. Trị số ngưỡng được tạo cấu hình theo phần trăm được chỉ báo này.

Một phương án khác của sáng chế đề xuất một phương pháp thay thế khác để báo cho eNodeB về trạng thái công suất của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trong mỗi số định trước các khung con liên tiếp (chu kỳ giám sát) từ thiết bị người dùng đến eNodeB. Tại thiết bị người dùng phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với các đơn vị dữ liệu giao thức của khung con cuối cùng có số định trước các khung con liên tiếp nêu trên được

truyền bởi thiết bị người dùng, nếu một trong số các điều kiện dưới đây được đáp ứng:

- công suất truyền được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trong mỗi khung con liên tiếp vượt quá trị số ngưỡng so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, hoặc
- công suất truyền được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trong một tập con các khung con có các khung con liên tiếp nêu trên vượt quá một trị số ngưỡng so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, hoặc
- công suất truyền trung bình được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trong các khung con liên tiếp nêu trên vượt quá một trị số ngưỡng so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Phần tử điều khiển MAC như vậy chỉ báo cho eNodeB rằng điều kiện tương ứng đã được đáp ứng.

Theo một phương án nữa của sáng chế số khung con của tập con nêu trên được tạo cấu hình bởi báo hiệu điều khiển nhận được tại thiết bị người dùng từ eNodeB hoặc được định nghĩa trước.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất phần tử điều khiển MAC để truyền dẫn từ thiết bị người dùng đến eNodeB trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Phần tử điều khiển MAC chứa một trường dự phòng công suất gồm một số định trước các bit để chứa một dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng tương ứng với tất cả các truyền dẫn liên kết lên của thiết bị người dùng trên các sóng mang thành phần trong một

khung con chứa phần tử điều khiển MAC, so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Theo một phương án ưu tiên nữa của sáng chế, phần tử điều khiển MAC chứa một trường chỉ báo sóng mang thành phần để chỉ báo:

- số sóng mang thành phần mà thiết bị người dùng đã nhận được các phân định tài nguyên cho nó, hoặc
- một ánh xạ bit chỉ báo các sóng mang thành phần mà thiết bị người dùng đã nhận được các phân định tài nguyên cho nó.

Theo một phương án khác của sáng chế, trường dự phòng công suất bao gồm hoặc dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng này hoặc dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần. Phần tử điều khiển MAC bao gồm một trường chỉ báo sóng mang thành phần mà chỉ báo liệu trường dự phòng công suất bao gồm dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng này hoặc dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần này.

Sáng chế theo một phương án bổ sung đề cập đến đơn vị dữ liệu giao thức MAC để truyền dẫn từ thiết bị người dùng đến eNodeB trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Đơn vị dữ liệu giao thức MAC bao gồm một tiêu đề phụ MAC và một phần tử điều khiển MAC theo một trong số các phương án được mô tả. Tiêu đề phụ MAC chứa một kênh logic ký hiệu nhận dạng (LCID) mà chỉ báo nội dung và định dạng của phần tử điều khiển MAC nêu trên.

Theo một phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng báo cho eNodeB về trạng thái công suất của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Phần xác định của thiết bị người dùng xác định xem liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu

để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần tương ứng trong một khung con có vượt quá trị số ngưỡng liên quan đến/có liên quan đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Phần sinh đơn vị dữ liệu giao thức của thiết bị người dùng dồn kênh một phần tử điều khiển MAC với các đơn vị dữ liệu giao thức, nếu trị số ngưỡng bị vượt quá. Phần truyền của thiết bị người dùng truyền các đơn vị dữ liệu giao thức chứa phần tử điều khiển MAC đến eNodeB trong khung con. Phần tử điều khiển MAC chỉ báo cho eNodeB rằng công suất truyền được sử dụng bởi thiết bị người dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức được sinh ra trên liên kết lên bị vượt quá trị số ngưỡng.

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế, phần tử điều khiển MAC cung cấp cho eNodeB dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng liên quan đến tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức liên kết lên được truyền trong khung con.

Đối với một phương án khác của sáng chế, phần nhận của thiết bị người dùng nhận ít nhất một phân định tài nguyên liên kết lên. Mỗi phân định tài nguyên liên kết lên đang phân định các tài nguyên để truyền dẫn một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức trên một trong số các sóng mang thành phần đến thiết bị người dùng. Phần sinh đơn vị dữ liệu giao thức của thiết bị người dùng sinh ra cho mỗi phân định tài nguyên liên kết lên nhận được một đơn vị dữ liệu giao thức để truyền dẫn trên sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Phần truyền để truyền mỗi đơn vị dữ liệu giao thức theo một trong số các sóng mang thành phần tương ứng theo một trong số các phân định tài nguyên nhận được.

Theo một phương án nữa của sáng chế, mỗi sóng mang thành phần mỗi có một sự ưu tiên, và phần sinh đơn vị dữ liệu giao thức của thiết bị người dùng dồn kênh phần tử điều khiển MAC với đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền

trên sóng mang thành phần có sự ưu tiên cao nhất mà phân định tài nguyên cho nó đã được nhận.

Liên quan đến một phương án khác của sáng chế, mỗi sóng mang thành phần có một sự ưu tiên, và phần sinh đơn vị dữ liệu giao thức của thiết bị người dùng dồn kênh phần tử điều khiển MAC với đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trên sóng mang thành phần đạt được tỷ lệ lỗi khối thấp nhất, có dự phòng công suất lớn nhất hoặc trải nghiệm chất lượng kênh tốt nhất, và phân định tài nguyên cho nó đã được nhận.

Theo một phương án nữa của sáng chế, phần điều khiển công suất của thiết bị người dùng thực hiện điều khiển công suất, và phần xác định thực hiện xác định công suất truyền ước lượng dựa trên phân định tài nguyên cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của phần truyền dẫn điều khiển công suất.

Theo một phương án ưu tiên của sáng chế, phần nhận của thiết bị người dùng nhận báo hiệu điều khiển tài nguyên vô tuyến từ eNodeB chỉ báo trị số ngưỡng nêu trên ở dạng phần trăm của mức tối đa mà thiết bị người dùng được phép sử dụng. Phần cấu hình của thiết bị người dùng tạo cấu hình trị số ngưỡng theo phần trăm được chỉ báo.

Sáng chế theo một phương án nữa đề xuất phương tiện đọc được bằng máy tính lưu trữ các câu lệnh mà, khi được chạy bởi một bộ xử lý của thiết bị người dùng, khiến cho thiết bị người dùng báo cho eNodeB về trạng thái công suất của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần. Điều này được thực hiện như sau. Điều được xác định là liệu công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần tương ứng trong một khung con có vượt quá trị số ngưỡng liên quan đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng của

thiết bị người dùng. Nếu trị số ngưỡng bị vượt quá, thì phần tử điều khiển MAC được dồn kênh với các đơn vị dữ liệu giao thức. Các đơn vị dữ liệu giao thức chứa phần tử điều khiển MAC được truyền đến eNodeB trong khung con. Phần tử điều khiển MAC chỉ báo cho eNodeB rằng công suất truyền được sử dụng bởi thiết bị người dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức được sinh ra trên liên kết lên bị vượt quá trị số ngưỡng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Trong phần dưới đây sáng chế được mô tả một cách chi tiết hơn có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Các chi tiết giống hoặc tương tự trong các hình được đánh dấu với các số chỉ dẫn giống nhau.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một kiến trúc làm ví dụ về hệ thống 3GPP LTE,

Fig.2 là hình vẽ thể hiện ví dụ tổng quan kiến trúc E-UTRAN tổng thể của LTE,

Fig.3 và Fig.4 là các hình vẽ thể hiện sự cấp phát cục bộ và cấp phát phân tán làm ví dụ của dải tần liên kết lên trong sơ đồ FDMA đơn sóng mang,

Fig.5 là hình vẽ thể hiện kiến trúc mạng chuyển SAE làm ví dụ,

Fig.6 là hình vẽ thể hiện định dạng của một PDU MAC làm ví dụ,

Fig.7 là hình vẽ thể hiện định dạng của phần tử điều khiển MAC để báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần (PH),

Fig.8 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế,

Fig.9 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế in line with khía cạnh thứ nhất của sáng chế,

Fig.10 là hình vẽ thể hiện báo cáo dự phòng công suất trong một hệ thống LTE-A, trong đó báo cáo dự phòng công suất đã biết của LTE phiên bản 8/9 được dùng cho mỗi sóng mang thành phần riêng,

Fig.11 là hình vẽ thể hiện báo cáo dự phòng công suất trong hệ thống LTE-A theo một phương án của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo Fig.8 được sử dụng,

Fig.12 là hình vẽ thể hiện báo cáo dự phòng công suất làm ví dụ trong hệ thống LTE-A theo một phương án của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo Fig.9 được sử dụng,

Fig.13 là hình vẽ thể hiện một báo cáo dự phòng công suất làm ví dụ khác trong hệ thống LTE-A theo một phương án nữa của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo Fig.9 được sử dụng,

Các hình vẽ từ Fig.14 đến Fig.16 thể hiện các định dạng khác nhau của CE MAC công suất giới hạn theo các phương án khác nhau của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế,

Fig.17 là hình vẽ thể hiện một cấu trúc làm ví dụ của một PDU MAC theo một phương án của sáng chế, trong đó PDU MAC này chứa ba CE PHR MAC và các tiêu đề phụ tương ứng báo cáo về dự phòng công suất của ba sóng mang thành phần được phân định trong một khung con đơn,

Fig.18 là hình vẽ thể hiện một định dạng CE MAC làm ví dụ (“nhiều CE PHR MAC”) theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng

chế, cho phép báo cáo nhiều báo cáo dự phòng công suất trong một CE MAC đơn,

Fig.19 và Fig.20 là các hình vẽ thể hiện cấu trúc lớp 2 với sự gộp sóng mang được kích hoạt cho liên kết xuống và liên kết lên tương ứng,

Fig.21 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, trong đó cờ định tỷ lệ công suất dùng để báo hiệu chỉ báo tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng cho eNodeB,

Fig.22 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, trong đó (các) cờ trạng thái công suất và (các) báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC được báo hiệu cho eNodeB để chỉ báo tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng,

Fig.23 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, trong đó lượng suy giảm công suất cho mỗi CC và các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC được báo hiệu cho eNodeB để chỉ báo tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng,

Fig.24 là hình vẽ thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, trong đó lượng suy giảm công suất cho mỗi CC và các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC được báo hiệu cho eNodeB để chỉ báo tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng,

Fig.25 là hình vẽ thể hiện các kịch bản làm ví dụ về một trạng thái công suất truyền dẫn UE và dự phòng công suất tương ứng, là kết quả khi dự phòng công suất dương và âm,

Fig.26 là hình vẽ thể hiện một kịch bản làm ví dụ trong đó thiết bị người dùng bị giới hạn công suất, nghĩa là áp dụng định tỷ lệ công suất trên các sóng mang thành phần CC#1 và CC#2 được tạo cấu hình trong liên kết lên,

Fig. 27 và Fig.28 thể hiện định nghĩa về dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần theo các phương án khác nhau của sáng chế,

Fig.29 là hình vẽ thể hiện cấu trúc làm ví dụ của một PDU MAC theo một phương án của sáng chế, trong đó các cờ định tỷ lệ công suất (PS) nằm trong các tiêu đề phụ MAC của PDU MAC,

Fig.30 là hình vẽ thể hiện cấu trúc làm ví dụ của một tiêu đề phụ MAC đối với CE PHR MAC cho mỗi CC theo một phương án của sáng chế, trong đó tiêu đề phụ MAC chứa một cờ (cờ PS) để chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất đã được xúc phát bởi tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng,

Fig.31 là hình vẽ thể hiện cấu trúc làm ví dụ về một PDU MAC theo một phương án của sáng chế, trong đó the PDU MAC chứa ba CE PHR MAC và các tiêu đề phụ tương ứng báo cáo về dự phòng công suất của ba sóng mang thành phần được tạo cấu hình trong một khung con đơn, trong đó các tiêu đề phụ MAC chứa một cờ để chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất đã được xúc phát do tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng,

Fig.32 là hình vẽ thể hiện CE MAC theo một phương án của sáng chế, trong đó CE MAC đang chỉ báo lượng suy giảm công suất được áp dụng cho sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng, và

Fig.33 là hình vẽ thể hiện CE MAC theo một phương án của sáng chế, trong đó các CE MAC đang chỉ báo hệ số định tỷ lệ công suất được áp dụng cho truyền dẫn trên sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các đoạn dưới đây sẽ mô tả các phương án khác nhau của sáng chế. Chỉ với mục đích làm ví dụ, hầu hết các phương án được trình bày sơ lược trong mối liên hệ với sơ đồ truy nhập vô tuyến liên kết lên đơn sóng mang trực giao tương ứng với hệ thống truyền thông di động LTE-A (LTE-Advanced) được mô tả trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế. Cần lưu ý rằng sáng chế có thể ưu tiên dùng, ví dụ, trong kết nối với hệ thống truyền thông di động như hệ thống truyền thông di động LTE-Advanced được mô tả nêu trên, nhưng sáng chế không bị giới hạn là chỉ dùng trong mạng truyền thông làm ví dụ cụ thể này.

Các nội dung giải thích được đưa ra trong phần tình trạng kỹ thuật của sáng chế nêu trên là nhằm để hiểu rõ hơn chủ yếu về các phương án làm ví dụ riêng LTE-Advanced được mô tả ở đây và không nên được hiểu như sự giới hạn sáng chế đối với các cài đặt riêng được mô tả về các quy trình và các chức năng trong mạng truyền thông di động. Tuy nhiên, các cải biến được đề xuất ở đây có thể sẵn sàng áp dụng trong các kiến trúc/hệ thống được mô tả trong phần bản chất kỹ thuật của sáng chế và có thể theo một số phương án của sáng chế còn sử dụng các thủ tục tiêu chuẩn và cải tiến của các kiến trúc/hệ thống này.

Trong phần mô tả làm ví dụ dưới đây về các khía cạnh và các phương án của sáng chế, điều được giả thiết là công suất truyền khả dụng cho các truyền dẫn liên kết lên trong thiết bị người dùng (công suất truyền UE tối đa tổng cộng) không được thiết lập cho mỗi sóng mang thành phần, mà cho mỗi thiết bị người dùng. Như một hệ quả, việc thiết lập công suất trong một sóng mang thành phần có ảnh hưởng đến việc thiết lập công suất trong sóng mang thành phần khác.

Nếu thiết bị người dùng chỉ chứa các báo cáo dự phòng công suất của một số sóng mang thành phần được phân định, thì eNodeB không thể xác định bao nhiêu công suất được sử dụng thực tế bởi thiết bị người dùng để truyền khung con và nếu thiết bị người dùng vẫn có công suất khả dụng để truyền dẫn với công suất tăng thêm (nghĩa là có một dự phòng công suất) ở một trong số các khung con sau đây hoặc nếu đã có các vấn đề và thiết bị người dùng đã đạt tới giới hạn công suất của nó, thì từ đó truyền trên một số sóng mang thành phần có công suất nhỏ hơn công suất được yêu cầu bởi eNodeB. UE đạt tới giới hạn công suất của nó nghĩa là UE đang sử dụng hoặc vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng mà nó có thể dùng để truyền dẫn liên kết lên.

Như được nêu trên, khía cạnh thứ nhất của sáng chế là cho phép UE chỉ báo cho eNodeB khi nó có khả năng trở thành bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất, nghĩa là khi gần sử dụng đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó (còn được gọi là “công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng” hoặc “công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng” sau đây) hoặc các cấp phát tài nguyên và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB yêu cầu sử dụng công suất truyền vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng.

Lưu ý rằng trong tài liệu này, việc truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức (MAC) hoặc các khối vận chuyển trong một khung con nghĩa là đã có một sự cấp phát tài nguyên cho một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức tương ứng trên một trong số các sóng mang thành phần tương ứng có thể sử dụng bởi thiết bị người dùng. Có thể sử dụng nghĩa là thiết bị người dùng có thể được phân định các tài nguyên trên mỗi sóng mang thành phần - tuy nhiên, các sóng mang thành phần mà trên đó thiết bị người dùng được cho phép để truyền dữ liệu (ở dạng các đơn vị dữ liệu giao thức hoặc các khối vận chuyển) trong một khung

con cho trước được quyết định bởi bộ lập lịch (ví dụ được cài đặt trong eNodeB) và được điều khiển bởi các phân định tài nguyên cho thiết bị người dùng.

Các sóng mang thành phần (liên kết lên) có thể dùng được của một thiết bị người dùng, ở đây còn được gọi là các sóng mang thành phần (liên kết lên) được tạo cấu hình. Trong hầu hết các ví dụ ở đây, điều được giả thiết là các sóng mang thành phần được tạo cấu hình là hoạt động, nghĩa là sóng mang thành phần được tạo cấu hình và sóng mang thành phần hoạt động là đồng nghĩa. Trong trường hợp này, có thể giả thiết rằng thiết bị người dùng có thể được lập lịch trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình. Vì vậy, trạng thái công suất của thiết bị người dùng sẽ được báo cáo cho các sóng mang thành phần mà thiết bị người dùng có thể nhận sự cấp phát tài nguyên cho nó từ bộ lập lịch, nghĩa là các sóng mang thành phần được tạo cấu hình (hoặc các sóng mang thành phần khả dụng).

Lưu ý rằng ngoài trạng thái được tạo cấu hình/không được tạo cấu hình của sóng mang thành phần, có thể tùy chọn có trạng thái hoạt động/không hoạt động bổ sung được định nghĩa cho sóng mang thành phần được tạo cấu hình. Trong trường hợp này, thiết bị người dùng có thể nhận sự cấp phát tài nguyên cho một sóng mang thành phần mà được tạo cấu hình và hoạt động nghĩa là thiết bị người dùng đang giám sát các phân định tài nguyên (ví dụ PDCCH) cấp phát các tài nguyên liên kết lên trên đó các sóng mang thành phần liên kết lên được kích hoạt tương ứng được tạo cấu hình. Sáng chế còn có thể được áp dụng trong các hệ thống ở đó hai loại trạng thái này được phân biệt, ví dụ, trong đó sóng mang thành phần có thể có các trạng thái: không được tạo cấu hình, được tạo cấu hình nhưng không hoạt động (“không hoạt động”), và được tạo cấu hình và hoạt động (“hoạt động”). Trong các hệ thống này, báo cáo trạng thái công suất đối với một thiết bị người dùng theo một trong số các khía cạnh được đề cập ở đây có thể được thực hiện chỉ đối với các sóng mang thành phần hoạt động của

thiết bị người dùng trong liên kết lên. Hơn nữa, đối với các loại hệ thống này, các sóng mang thành phần được tạo cấu hình được đề cập trong các phương án làm ví dụ khác nhau của sáng chế sẽ tương ứng với các sóng mang thành phần được tạo cấu hình và hoạt động (hoặc gọi tắt là các sóng mang thành phần hoạt động).

Ngoài ra, trong bản mô tả, sự truyền dẫn trên một “sóng mang thành phần được phân định” có nghĩa là sự truyền dẫn một đơn vị dữ liệu giao thức (PDU MAC) trên một sóng mang thành phần mà thiết bị người dùng đã nhận được một phân định tài nguyên (còn được gọi là cho phép lập lịch, (gọi tắt) cho phép hoặc PDCCH) cho nó.

Theo một sự cài đặt làm ví dụ của khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng báo hiệu trạng thái công suất liên kết lên của nó gián tiếp thông qua một chỉ báo cho eNodeB mà chỉ báo xem liệu thiết bị người dùng có được áp dụng việc định tỷ lệ công suất cho công suất truyền dẫn trong khung con tương ứng. Chỉ báo này có thể được cung cấp cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định riêng, nghĩa là thiết bị người dùng có thể có nhiều chỉ báo cho các đơn vị dữ liệu giao thức để chỉ báo cho mỗi sóng mang thành phần được phân định, xem liệu thiết bị người dùng đã định tỷ lệ xuống công suất truyền dẫn để truyền dẫn trên sóng mang thành phần tương ứng hay chưa. Ví dụ, (các) chỉ báo có thể được truyền bởi thiết bị người dùng trong các đơn vị dữ liệu giao thức (PDU MAC) của mỗi khung con. (Các) chỉ báo có thể, ví dụ, nằm trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ MAC của các PDU MAC.

Trong trường hợp chỉ báo trạng thái công suất được cung cấp cho mỗi sóng mang thành phần được phân định, thì các chỉ báo tương ứng có thể, ví dụ, được đồng kênh với các đơn vị dữ liệu giao thức (PDU MAC) được truyền bởi thiết bị người dùng trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng trong liên kết lên, sao cho mỗi chỉ báo có thể được kết hợp với một sóng mang

thành phần được tạo cấu hình tương ứng. Ví dụ, điều này có thể được thực hiện bằng cách bảo đảm rằng chỉ báo trạng thái công suất cho một sóng mang thành phần cho trước được dồn kênh với một đơn vị dữ liệu giao thức (PDU MAC) mà được truyền trên sóng mang thành phần cho trước này.

Nếu chỉ báo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng được thực hiện trước khi thiết bị người dùng thực sự đạt tới công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó (sự chỉ báo chủ động trước về trạng thái công suất liên kết lên), một hoặc nhiều trị số ngưỡng (ví dụ (các) phần trăm xác định) có thể được định nghĩa có liên quan đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng, mà khi vượt quá, thì xúc phát thiết bị người dùng thiết lập chỉ báo trạng thái công suất. Khi được thiết lập, chỉ báo này sẽ chỉ báo cho eNodeB rằng thiết bị người dùng gần sử dụng đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng (nghĩa là vượt quá trị số ngưỡng).

Như một lựa chọn, chỉ báo trạng thái công suất và (các) trị số ngưỡng có thể được định nghĩa cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định riêng có liên quan đến công suất vận chuyển tối đa của sóng mang thành phần được tạo cấu hình tương ứng. Do đó, chỉ báo có thể được báo hiệu for mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được phân định được tạo cấu hình riêng và có thể, ví dụ, nằm trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ MAC của các PDU MAC.

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ hai khác theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế thiết bị người dùng đang truyền một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (còn được gọi là báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần), nếu thiết bị người dùng phải áp dụng việc định tỷ lệ công suất để truyền dẫn các PDU MAC trong một khung con cho trước theo quan điểm về sự cấp phát tài nguyên và các lệnh điều khiển công suất. (Các) Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành

phần (mỗi CC) được truyền cùng với một chỉ báo rằng (các) báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC đã được xúc phát do công suất truyền ước lượng được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trong khung con cho trước vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Như một lựa chọn, chỉ báo này còn có thể được diễn dịch như một chỉ báo về việc định tỷ lệ công suất đang được áp dụng cho các truyền dẫn trong khung con cho trước bởi thiết bị người dùng do sự việc này.

Do đó, trong khi công suất truyền được yêu cầu cho một truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, thì một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC không định kỳ cho tất cả các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình được xúc phát và được gửi bởi thiết bị người dùng. Sự chỉ báo của xúc phát cho (các) báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC có thể, ví dụ, nằm trong tiêu đề phụ MAC của một PDU MAC mang một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC trong một phần tử điều khiển MAC.

Sự cài đặt làm ví dụ thứ hai này còn có thể được làm thích ứng để báo cáo chủ động trước trạng thái công suất của thiết bị người dùng. Giống như ví dụ được mô tả ở trên, một hoặc nhiều trị số ngưỡng có thể được định nghĩa so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng, mà khi vượt quá, thì xúc phát thiết bị người dùng gửi một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình. Nếu không cho phép khả dụng cho một sóng mang thành phần, thì thiết bị người dùng có thể, ví dụ, tính toán dự phòng công suất từ sóng mang thành phần này dựa trên một số cho phép liên kết lên được định nghĩa trước hoặc công suất PUSCH được định nghĩa trước tương ứng.

Ngoài ra, một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình có thể tùy chọn được gửi cùng với một chỉ báo

rằng báo cáo dự phòng công suất tương ứng được xúc phát do vượt quá công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng hoặc một mức ngưỡng có liên quan đến nó. Ví dụ, chỉ báo như vậy có thể nằm trong một tiêu đề phụ MAC của một phần tử điều khiển MAC chuyển tải một báo cáo dự phòng công suất cho một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng.

Theo một sự cài đặt làm ví dụ thứ ba nữa theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng báo cáo cho eNodeB lượng suy giảm công suất được áp dụng cho công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần. Như một lựa chọn, thay vì suy giảm công suất cho một sóng mang thành phần, thì công suất truyền tối đa hiệu dụng của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình sau khi áp dụng suy giảm công suất sóng mang thành phần riêng có thể được báo hiệu cho eNodeB. Lượng suy giảm công suất có thể, ví dụ, được báo hiệu cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình của thiết bị người dùng. Nếu suy giảm công suất đối với một sóng mang thành phần cho trước đang xét đến các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình khác, thì suy giảm công suất được áp dụng cho các sóng mang thành phần có thể bằng nhau (nhưng không nhất thiết như vậy). Theo một ví dụ nữa, lượng suy giảm công suất có thể được báo hiệu cùng với một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình đến eNodeB.

Thông tin về trạng thái công suất của thiết bị người dùng có thể được báo hiệu ở dạng một hoặc nhiều phần tử điều khiển MAC mà nằm trong (các) PDU MAC của một khung con cho trước.

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ tư khác của sáng chế, một phần tử điều khiển MAC mới được định nghĩa để cho phép UE chỉ báo cho eNodeB khi nó có khả năng trở thành bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất. CE MAC mới này được chèn bởi thiết bị người dùng vào một hoặc nhiều đơn vị dữ liệu

giao thức được truyền trên các sóng mang thành phần (được phân định) tương ứng trong một khung con đơn mà đang cung cấp cho eNodeB một chỉ báo tương ứng.

Phần tử điều khiển MAC có thể được chèn vào các đơn vị dữ liệu giao thức của một khung con. Ví dụ, phần tử điều khiển MAC có thể được chèn vào một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền bởi thiết bị người dùng trong khung con hoặc tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền bởi thiết bị người dùng trong khung con.

Hơn nữa, ngoài việc chỉ báo của thiết bị người dùng tiệm cận với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó, thì phần tử điều khiển được chèn vào các đơn vị dữ liệu giao thức có thể còn chỉ báo một dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng (mỗi UE). Ví dụ, dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng chỉ báo công suất truyền không được sử dụng bởi thiết bị người dùng khi truyền các đơn vị dữ liệu giao thức (chứa phần tử điều khiển MAC) trong khung con có liên quan đến công suất truyền tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Không giống như dự phòng công suất được chỉ báo trong LTE phiên bản 8/9, dự phòng công suất được chỉ báo trong phần tử điều khiển MAC đang xét đến các truyền dẫn (các đơn vị dữ liệu giao thức) trên tất cả các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định (nghĩa là nhiều hơn một sóng mang thành phần) trong khung con và do đó không phải là dự phòng công suất cho mỗi sóng mang thành phần, mà là dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng.

Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng này không những tính đến công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các đơn vị dữ liệu giao thức theo các kênh dữ liệu liên kết lên vật lý, mà còn cả công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn báo hiệu điều khiển theo các kênh điều khiển vật lý. Trong một sự cài đặt chi tiết hơn, do đó, tính toán

cho công suất truyền được yêu cầu cho truyền dữ liệu người dùng và dữ liệu điều khiển (các đơn vị dữ liệu giao thức) trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định theo kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (PUSCH) và kênh điều khiển liên kết lên vật lý (PUCCH).

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ năm theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng gửi các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho tất cả các sóng mang thành phần được phân định trong một khung con đơn khi thiết bị người dùng có khả năng trở thành bị giới hạn công suất hoặc bị giới hạn công suất, nghĩa là khi gần sử dụng đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng của nó hoặc các sự cấp phát tài nguyên và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB yêu cầu sử dụng công suất truyền vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Do đó, công suất truyền ước lượng vượt quá một trị số ngưỡng cho trước hoặc công suất truyền UE tối đa tổng cộng, lúc thích hợp, xúc phát việc sinh ra và truyền dẫn các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC trong khung con mà một hoặc cả hai sự kiện trên xảy ra với nó.

Lưu ý rằng theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho tất cả các sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình được truyền trên các sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình tương ứng mà chúng liên quan đến. Trong trường hợp báo cáo về tất cả các sóng mang thành phần được tạo cấu hình, và trong trường hợp các tài nguyên không được cho phép trên tất cả các sóng mang thành phần được tạo cấu hình cho khung con cho trước, thì thiết bị người dùng có thể giả thiết một sự cấp phát tài nguyên được định nghĩa trước hoặc thay thế bằng công suất PUSCH được định nghĩa trước trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình đó mà không có phân định tài nguyên liên kết lên áp dụng được cho nó trong khung con cho trước.

Theo sự cài đặt làm ví dụ thứ năm, một bộ định thời cấp có tiềm năng sử dụng điều khiển báo cáo dự phòng công suất về một trong số các sóng mang thành phần được phân định tương ứng có thể được ghi đè/bỏ qua, sao cho các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC có thể được gửi trong khung còn tức thời.

Theo một phương án làm ví dụ thay thế của sáng chế, các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC còn có thể được truyền trong một đơn vị dữ liệu giao thức đơn trên một trong số các sóng mang thành phần được phân định. Trong ví dụ này, sóng mang thành phần tương ứng mà một báo cáo dự phòng công suất tương ứng cho mỗi CC tham chiếu đến có thể, ví dụ, được nhận dạng bằng cách chứa một ký hiệu nhận dạng sóng mang thành phần trong các báo cáo dự phòng công suất. Như một lựa chọn, có thể có một phần tử điều khiển MAC mới được định nghĩa (“tất cả báo cáo dự phòng công suất sóng mang thành phần”) mà đang chỉ báo các dự phòng công suất của các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định theo thứ tự ưu tiên của các sóng mang thành phần mà chúng tham chiếu đến.

Ngoài ra, lưu ý rằng theo khía cạnh thứ nhất và thứ hai của sáng chế, quyết định về việc liệu thiết bị người dùng có đang tiệm cận (hoặc đang trong) tình trạng giới hạn công suất có thể được xác định theo các kiểu khác nhau. Theo một sự cài đặt làm ví dụ, thiết bị người dùng xác định (hoặc chính xác hơn là ước lượng) công suất truyền nó sẽ phải sử dụng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần liên kết lên trong một khung con và so sánh công suất truyền được xác định (hoặc được ước lượng) với một mức ngưỡng. Mức ngưỡng này có thể, ví dụ, là một phần trăm xác định (ví dụ trong dải từ 80% đến 100%) công suất truyền UE tối đa tổng cộng. Công suất truyền được yêu cầu để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần liên kết lên có thể, ví dụ, được xác định bằng cách sử dụng cách thức điều

khiến công suất truyền. Theo các cài đặt làm ví dụ khác, thiết bị người dùng xác định (hoặc chính xác hơn là ước lượng) công suất truyền nó sẽ phải sử dụng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trên các sóng mang thành phần được phân định trong một khung con cho một số cho trước các khung con liên tiếp (nghĩa là một chu kỳ thời gian giám sát) và quyết định dựa trên tiêu chuẩn được trình bày sơ lược thêm dưới đây, xem có chứa một phân tử điều khiển MAC để chỉ báo tình trạng giới hạn công suất với các đơn vị dữ liệu giao thức của khung con cuối cùng của chu kỳ thời gian giám sát nêu trên.

Phụ thuộc vào các cài đặt khác nhau theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế được sử dụng, thông tin trạng thái công suất được báo hiệu cho phép eNodeB suy ra trạng thái công suất cho mỗi thiết bị người dùng mà đang báo hiệu thông tin trạng thái công suất của nó. Bộ lập lịch của eNodeB có thể, ví dụ, tính đến trạng thái công suất của các thiết bị người dùng tương ứng trong các cấp phát tài nguyên động và/hoặc bán ổn định của nó đến các thiết bị người dùng tương ứng.

Một khía cạnh thứ hai khác của sáng chế là đề xuất định nghĩa về dự phòng công suất cho mỗi CC khi báo cáo dự phòng công suất trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng việc gộp sóng mang trong liên kết lên. Theo một định nghĩa làm ví dụ, dự phòng công suất cho mỗi CC của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất truyền liên kết lên được sử dụng. Trong một hệ thống 3GPP, công suất truyền liên kết lên được sử dụng còn có thể được gọi là công suất PUSCH được truyền. Như một lựa chọn, công suất truyền liên kết lên được sử dụng có thể bao gồm thêm công suất PUCCH được truyền.

Khi công suất truyền liên kết lên được sử dụng đang xét đến việc định tỷ lệ công suất (nếu được áp dụng), nó có thể khác với công suất truyền ước lượng mà là công suất truyền được yêu cầu để truyền dẫn các PDU MAC trên các sóng

mang thành phần liên kết lên trong khung con tương ứng như là kết quả của cách thức điều khiển công suất. Do đó, công suất truyền được dùng có thể được xem như bằng với tích của hệ số định tỷ lệ công suất và công suất truyền được ước lượng. Trong trường hợp không có sự định tỷ lệ công suất được áp dụng (hệ số định tỷ lệ = 1) thì hai trị số công suất truyền là bằng nhau.

Như một lựa chọn, dự phòng công suất của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình có thể được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình và công suất truyền được ước lượng. Trong hệ thống 3GPP, công suất truyền liên kết lên ước lượng còn có thể được gọi là công suất PUSCH được ước lượng. Công suất truyền liên kết lên ước lượng tương ứng với công suất PUSCH được ước lượng, ví dụ, được tính toán bởi cách thức điều khiển công suất cho sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng.

Ngoài ra, công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần liên kết lên (được tạo cấu hình) có thể tính đến lượng suy giảm công suất do các truyền dẫn đồng thời trên một hoặc các sóng mang thành phần liên kết lên khác trong khung con. Công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình, ví vậy có thể không giống như công suất truyền UE tối đa tổng cộng.

Dự phòng công suất cho mỗi CC theo khía cạnh thứ hai của sáng chế có thể được cung cấp ở dạng một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC. Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC này, ví dụ, được báo hiệu ở dạng một phần tử điều khiển MAC trong một PDU MAC. Như được đề cập ở trên, phần tử điều khiển MAC mang báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC có thể được kết hợp với một tiêu đề phụ MAC trong một phần tiêu đề của PDU MAC mà còn có thể dùng để chỉ báo rằng dự phòng công suất cho mỗi CC được xúc phát bởi tình

trạng công suất bị giới hạn của thiết bị người dùng yêu cầu sự định tỷ lệ công suất.

Sáng chế theo các phương án khác nhau dưới đây sẽ được trình bày sơ lược. Điều được giả thiết trong các phương án này là thiết bị người dùng được vận hành trong một hệ thống truyền thông di động đang sử dụng việc gộp sóng mang và thiết bị người dùng được tạo cấu hình với nhiều sóng mang thành phần, nghĩa là có thể truyền liên dữ liệu kết lên trên trên nhiều sóng mang thành phần một cách đồng thời trong các khung con riêng. Sự truyền dẫn liên kết lên được giả thiết là sẽ được lập lịch bởi một bộ lập lịch gián tiếp thông qua các phân định tài nguyên. Các tài nguyên có thể được phân định trên cơ sở bán ổn định hoặc cho mỗi khung con/cho mỗi TTI. Bộ lập lịch, ví dụ, được cài đặt trong eNodeB.

Ngoài ra, cần lưu ý rằng bộ lập lịch có thể phân định một hoặc nhiều (cho đến tất cả) sóng mang thành phần được tạo cấu hình cho một khung con cho trước và thiết bị người dùng đang truyền một đơn vị dữ liệu giao thức/ khối vận chuyển tương ứng trên mỗi sóng mang thành phần được phân định, nghĩa là mỗi sóng mang thành phần mà phân định tài nguyên cho nó đã được nhận. Lưu ý rằng khi sử dụng MIMO trong liên kết lên, thì hai hoặc nhiều đơn vị dữ liệu giao thức có thể được truyền trong một khung con trên một sóng mang thành phần, số thực tế các đơn vị dữ liệu giao thức cho mỗi sóng mang thành phần phụ thuộc vào sơ đồ MIMO. Khi sử dụng thuật ngữ trong 3GPP, các phân định tài nguyên còn có thể được gọi là các cho phép hoặc PDCCH. Ngoài ra, có thể có một vòng lặp công suất truyền tương ứng được cài đặt cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng, nghĩa là hàm điều khiển công suất truyền được thực thi trong thiết bị người dùng và eNodeB thực hiện điều khiển công suất truyền cho mỗi sóng mang thành phần riêng.

Ngoài ra, theo một phương án làm ví dụ nữa của sáng chế, thủ tục dành ưu tiên kênh logic chung có thể dùng để sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức để

truyền dẫn trong một khung con. Các cài đặt làm ví dụ khác nhau của thủ tục dành ưu tiên kênh logic chung như vậy được mô tả trong đơn sáng chế châu Âu số 09005727.4 và đơn sáng chế châu Âu số 09013642.5. Hai đơn sáng chế châu Âu này sẽ được gọi là đơn 1 và đơn 2 sau đây khi thích hợp.

CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE

Fig.8 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Thiết bị người dùng này nhận ở bước 801 phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng ở bước 802 công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, công suất truyền được ước lượng bởi thiết bị người dùng dựa trên các phân định tài nguyên nhận được cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng. Ví dụ, thiết bị người dùng có thể ước lượng công suất truyền cần thiết cho mỗi khối vận chuyển tùy thuộc vào sóng mang thành phần nào mà chúng định vị trên đó và dựa trên trạng thái của hàm công suất truyền của sóng mang thành phần. công suất truyền ước lượng sau đó là tổng của công suất truyền riêng đối với tất cả các khối vận chuyển được phân định.

Tiếp theo, thiết bị người dùng xác định ở bước 803, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có đang vượt quá trị số ngưỡng xác định hay không. Trong ví dụ trên Fig.8, mức ngưỡng này được định nghĩa là phần trăm xác định P của công suất truyền UE tối đa tổng cộng (MATP) của thiết bị người dùng. Lưu ý rằng điều này sẽ tương đương với việc xác định xem liệu tỷ lệ công suất truyền ước lượng (ETP) và công suất truyền UE tối đa tổng cộng (MATP), có

đang vượt quá trị số ngưỡng, mà sẽ tương đương với phần trăm P , nghĩa là

$$\frac{ETP}{MATP} > P.$$

Nếu trị số ngưỡng này không bị vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, như vậy không có báo cáo phải được báo hiệu đến eNodeB. Vì vậy, tiếp theo, thiết bị người dùng sẽ sinh ra ở bước 804 các đơn vị dữ liệu giao thức để truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng và truyền ở bước 805 các đơn vị dữ liệu giao thức (mà được gọi là các khối vận chuyển trong lớp vật lý) đến eNodeB theo các sóng mang thành phần được phân định. Lưu ý rằng việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong đơn nộp 1 hoặc đơn 2.

Nếu trị số ngưỡng bị vượt quá, thì thiết bị người dùng xác định ở bước 806 dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng cho tất cả các truyền dẫn theo các phân định tài nguyên. Như đã nêu trên, dự phòng công suất cho mỗi người dùng này được xác định cho tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con cho trước trên các sóng mang thành phần được phân định. Dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng về bản chất chỉ báo bao nhiêu công suất truyền trên đỉnh của công suất dùng để truyền các đơn vị dữ liệu giao thức trong khung con (công suất truyền ước lượng) đang còn lại so với công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Để đơn giản, dự phòng công suất (PH) chỉ báo mức chênh lệch giữa công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng và công suất truyền được ước lượng, nghĩa là $PH = MATP - ETP$.

Thiết bị người dùng còn sinh ra ở bước 807 một phần tử điều khiển MAC mà chứa dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng được xác định ("CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE") và cung cấp CE MAC dự phòng công

suất cho mỗi UE cho phân sinh dữ liệu giao thức để sinh ra ở bước 808 các đơn vị dữ liệu giao thức để truyền dẫn theo các phân định tài nguyên, giống như bước 804. Tuy nhiên, ở bước 808 CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE nằm trong quy trình sinh này, sao cho phụ thuộc vào việc CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE cài đặt nằm trong một trong số các đơn vị dữ liệu giao thức hoặc trong tất cả các đơn vị dữ liệu giao thức. Tiếp theo, các đơn vị dữ liệu giao thức được sinh ra chứa CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE được truyền ở bước 809 đến eNodeB trên các tài nguyên được phân định.

Fig.11 thể hiện báo cáo dự phòng công suất trong hệ thống LTE-A theo một phương án của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo Fig.8 được sử dụng. Trong hầu hết các tình trạng, tác vụ tương ứng với tác vụ của thiết bị người dùng như đã được mô tả tương ứng với Fig.10 trước đây. Ngược lại với Fig.10, điều được giả thiết là tại T_6 thiết bị người dùng đã nhận được ba phân định tài nguyên cho tất cả ba sóng mang thành phần cho khung con tại T_6 , tuy nhiên, hàm điều khiển công suất truyền sinh ra một hệ số khuếch đại cao để truyền dẫn mà đem lại sự cấp phát tài nguyên, công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng (xem bước 803 của Fig.8). Vì vậy, trong trường hợp này thiết bị người dùng xác định dự phòng công suất cho mỗi UE và dồn kênh CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE (còn được gọi là CE MAC giới hạn công suất dưới đây) với đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trên sóng mang thành phần CoCa1. Bộ lập lịch trong eNodeB nhận truyền dẫn liên kết lên hiện giờ có thể phát hiện dựa trên CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE mà thiết bị người dùng ở trong tình trạng giới hạn công suất và có thể làm thích ứng tùy theo việc lập lịch và/hoặc việc điều khiển công suất thêm của thiết bị người dùng.

Rõ ràng từ phần trên, CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE có thể về cơ bản có hai chức năng. Chức năng thứ nhất và quan trọng nhất là thu duy nhất

CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE bằng eNodeB sẵn sàng báo cho eNodeB rằng hiện có vấn đề về công suất truyền đối với các truyền dẫn liên kết lên trong khung con. Thứ hai, CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE còn có thể báo cáo dự phòng công suất cho mỗi thiết bị người dùng, do đó, đem lại thông tin chi tiết hơn về tình trạng công suất chính xác trong thiết bị người dùng đến eNodeB.

Theo một sự cài đặt làm ví dụ thay thế theo một phương án khác của sáng chế, thiết bị người dùng không ngay lập tức gộp/bao gồm CE MAC giới hạn công suất với các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trên liên kết lên nếu công suất truyền ước lượng vượt quá mức ngưỡng. Ví dụ, khi mức ngưỡng bị vượt quá, thay vì truyền ngay CE MAC giới hạn công suất, thì thiết bị người dùng bắt đầu giám sát công suất truyền ước lượng cho một số xác định các khung con, nghĩa là trong một chu kỳ giám sát cho trước của các khung con. Khi giám sát được số cho trước các khung con, thiết bị người dùng quyết định liệu CE MAC giới hạn công suất có được gộp với các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con tiếp theo hay không theo tiêu chuẩn xác định sau đây. Lưu ý rằng CE MAC giới hạn công suất có thể, ví dụ, được truyền trong khung con cuối cùng được truyền trong chu kỳ giám sát, nếu thiết bị người dùng quyết định chèn nó vào.

Ví dụ, các tiêu chuẩn này có thể là:

- Công suất truyền ước lượng của các truyền dẫn liên kết lên trong mỗi khung con trong chu kỳ giám sát đã ở trên trị số ngưỡng.
- Công suất truyền ước lượng của truyền dẫn liên kết lên trong một số khung con trong chu kỳ giám sát đã ở trên mức ngưỡng. Số khung con được yêu cầu để gửi CE MAC giới hạn công suất tại điểm đầu của chu kỳ giám sát được tạo cấu hình bởi eNodeB cho mỗi UE thông qua báo hiệu

RRC hoặc, như một lựa chọn, có thể được thiết lập cho một trị số cố định được định nghĩa trong đặc điểm kỹ thuật.

- Công suất truyền ước lượng trung bình của các truyền dẫn liên kết lên trong các khung con trong chu kỳ giám sát đã ở trên mức ngưỡng.

Sự giám sát công suất truyền ước lượng trong một chu kỳ thời gian cho trước, nghĩa là một số khung con xác định, có ưu điểm là CE MAC giới hạn công suất không được báo cáo ngay khi vượt qua mức ngưỡng, điều này có thể tránh được việc báo cáo không cần thiết về tình trạng giới hạn công suất cho eNodeB nếu mức ngưỡng chỉ thỉnh thoảng bị vượt quá. Tuy nhiên, do CE MAC giới hạn công suất đang chỉ báo tình trạng khẩn cấp cho eNodeB và các phép đo đếm nên được tiến hành bởi eNodeB sau khi nhận được MAC CE giới hạn công suất, hạn chế của việc đưa vào chu kỳ giám sát là sự trễ trong truyền dẫn MAC CE giới hạn công suất, một khi công suất truyền của thiết bị người dùng vượt qua mức ngưỡng.

Theo một phương án thay thế khác của sáng chế, thiết bị người dùng được tạo cấu hình với hai mức ngưỡng. Ngoài ra, mức ngưỡng “bổ sung”, thứ hai có thể, ví dụ, được thiết lập bởi eNodeB bằng báo hiệu RRC. Mức ngưỡng thứ hai này còn có thể, ví dụ, là một phần của công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, nhưng tốt hơn là, cao hơn mức ngưỡng thứ nhất. Giống như các phương án làm ví dụ nêu trên, thiết bị người dùng lại xác định đối với mỗi khung con xem liệu công suất truyền ước lượng của một khung con có vượt quá mức ngưỡng thứ nhất. Nếu rơi vào trường hợp này, nghĩa là mức ngưỡng thứ nhất bị vượt quá đối với một khung con, thì thiết bị người dùng bắt đầu giám sát công suất truyền ước lượng như được mô tả trong các đoạn nêu trên, ví dụ, trong một chu kỳ giám sát cho trước. Nếu mức ngưỡng thứ hai bị vượt quá do công suất truyền ước lượng của một khung con trong chu kỳ giám sát, thì thiết bị

người dùng truyền một CE MAC giới hạn công suất trong khung con mà công suất truyền ước lượng cho nó vượt quá mức ngưỡng thứ hai.

Theo một phương án thay thế của sáng chế, thiết bị người dùng đang đồn kênh CE MAC giới hạn công suất với mỗi đơn vị dữ liệu giao thức được gửi trong khung con theo các sóng mang thành phần được phân định. Điều này có thể có ưu điểm ở chỗ độ tin cậy khi eNodeB nhận phản tử điều khiển được tăng lên.

Định dạng báo cáo CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE

Định dạng cho CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE chỉ báo sự giới hạn công suất tiềm ẩn của thiết bị người dùng (“MAC CE giới hạn công suất”) có thể dựa trên định dạng CE MAC LTE phiên bản 8/9 dùng để báo cáo dự phòng công suất như được minh họa trên Fig.7. Dự phòng công suất CE MAC gồm 8 bit, nghĩa là một octet. Hai bit đầu tiên là các bit được dự trữ, và 6 bit còn chỉ báo dự phòng công suất. Theo một phương án của sáng chế, định dạng này được duy trì, nhưng trường PH 6 bit của định dạng CE MAC được thể hiện trên Fig.7 chứa một dự phòng công suất cho mỗi UE được xác định bởi thiết bị người dùng (ví dụ, xem bước 806 trên Fig.8). Như một lựa chọn, theo một phương án của sáng chế, dự phòng công suất cho mỗi UE, không chỉ truyền dẫn trên PUSCH mà còn truyền dẫn trên PUCCH, được tính đến trong khi tính toán dự phòng công suất cho mỗi UE.

Để phân biệt CE MAC giới hạn công suất với dự phòng công suất MAC CE LTE phiên bản 8/9, một trong số hai bit được dự trữ (R) của octet được thể hiện trên Fig.8, ví dụ bit cao nhất trong octet, được dùng để phân biệt các dự phòng công suất MAC CE và CE MAC giới hạn công suất (nghĩa là the dự phòng công suất cho mỗi UE CEs). Ví dụ, nếu bit cao nhất trong octet được thiết lập là 0, thì CE MAC biểu thị một báo cáo dự phòng công suất cho sóng mang

thành phần đó, nghĩa là CE MAC cho mỗi CC báo cáo một dự phòng công suất cho sóng mang thành phần cho trước - CE MAC cho mỗi CC báo cáo về dự phòng công suất, do đó, là một phần tử điều khiển MAC sóng mang thành phần riêng. Nếu bit này được thiết lập là 1, thì dự phòng công suất được báo cáo là dự phòng công suất cho mỗi UE của MAC CE giới hạn công suất. Lưu ý rằng CE MAC giới hạn công suất (nghĩa là CE dự phòng công suất cho mỗi UE có thể được xem như đặc trưng của UE, sao cho the CE MAC giới hạn công suất có thể được xem như một phần tử điều khiển MAC UE riêng.

Lưu ý rằng sự khác biệt của các phần tử điều khiển MAC UE riêng và sóng mang thành phần riêng có thể dẫn đến việc xử lý và dồn kênh khác nhau của phần tử điều khiển MAC với khối vận chuyển (các đơn vị dữ liệu giao thức MAC) như được giải thích trong nộp đơn 2.

Khi thiết bị người dùng gửi CE MAC giới hạn công suất, nó có thể là trị số bổ sung cho eNodeB để biết được đối với các sóng mang thành phần nào thì thiết bị người dùng thực sự nhận được các phân định tài nguyên (các cho phép liên kết lên) để biết, nếu thiết bị người dùng tuân theo đúng tất cả các cho phép liên kết lên, hoặc nếu nó bỏ lỡ một hoặc nhiều các cho phép liên kết lên. Thông tin này cho phép eNodeB xác định, nếu tình trạng giới hạn công suất đã tồn tại trong tình trạng ở đó thiết bị người dùng thậm chí không truyền trên tất cả các tài nguyên được cho phép do có một hoặc nhiều cho phép liên kết lên bị lỗi.

Do đó, theo một phương án khác của sáng chế, định dạng làm ví dụ khác cho CE MAC giới hạn công suất được đề xuất, định dạng này chứa thông tin về các sóng mang thành phần mà các cho phép liên kết lên cho nó đã được nhận, tương ứng về số các cho phép liên kết lên nhận được.

Một định dạng làm ví dụ của CE MAC giới hạn công suất theo một phương án khác của sáng chế được thể hiện trên Fig.14. CE MAC giới hạn công

suất này bao gồm hai trường, trường thứ nhất CCI (trường chỉ báo sóng mang thành phần) và trường thứ hai PH (dự phòng công suất) để chỉ báo dự phòng công suất cho mỗi UE. CE MAC giới hạn công suất lại là octet dài.

Giả thiết rằng có năm sóng mang thành phần được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng, tổng cộng có thể là $2^5 = 32$ tổ hợp các phân định tài nguyên. Khi thiết bị người dùng đã chỉ báo bằng cách gửi dữ liệu (chứa CE MAC giới hạn công suất) theo một trong năm sóng mang thành phần, rõ ràng là thiết bị người dùng đã nhận được cho phép liên kết lên cho sóng mang thành phần này. Do đó, $2^4 = 16$ tổ hợp các phân định tài nguyên còn lại cho bốn sóng mang thành phần được tạo cấu hình khác, nghĩa là trường CCI sẽ bao gồm 4 bit để báo hiệu tất cả các tổ hợp (ví dụ, bằng cách chỉ báo gián tiếp thông qua một ánh xạ bit, của bốn sóng mang thành phần khác mà các cho phép liên kết lên thêm cho chúng đã được nhận). Do đó, bốn bit còn lại của định dạng CE MAC được để lại cho trường PH, cho phép phân biệt 16 trị số dự phòng công suất cho mỗi UE. Các sóng mang thành phần khác với sóng mang mà trên đó CE MAC được báo hiệu, mà cho phép liên kết lên cho nó đã được nhận có thể, ví dụ, được chỉ báo gián tiếp thông qua một ánh xạ bit. Việc thực sự ánh xạ bit nào trong ánh xạ bit biểu thị sóng mang thành phần nào có thể, ví dụ, được tạo cấu hình bởi eNodeB thông qua báo hiệu báo hiệu RRC hoặc có thể được xác định bởi thứ tự ưu tiên của các sóng mang thành phần, như, ví dụ, được mô tả trong nộp đơn 1 và nộp đơn 2.

Theo một phương án khác, một định dạng CE MAC khác được thể hiện trên Fig.15 được đề xuất. Trường CCI field chỉ có kích cỡ 3 bit, trong khi trường PH là 5 bit. Định dạng này có thể được xem như một sự thay đổi của định dạng CE MAC báo cáo dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 trên Fig.7 ở đó hai bit được dự trữ (R) và một bit bổ sung từ trường PH được dùng lại như trường CCI.

Tất nhiên, điều này ám chỉ việc giảm mức độ chi tiết của các trị số dự phòng công suất cho mỗi UE mà có thể được báo cáo từ 6 đến 5 bit.

Như được nêu bật trên Fig.16 và như sẽ được thể hiện trên bảng 1 dưới đây, định dạng CE MAC để báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE như được thể hiện trên Fig.15 cho phép chỉ báo số sóng mang thành phần cho thiết bị người dùng mà nhận được một phân định liên kết lên trong khi còn chỉ báo xem liệu phân tử điều khiển MAC là CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 hoặc CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE, mà không yêu cầu sự phân định một ký hiệu nhận dạng kênh logic (LCID) mới cho CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE mới nhưng cũng có thể sử dụng cùng một LCID cho CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 và CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE. eNodeB sẽ phải ước lượng hai bit thứ nhất của phân tử điều khiển để xác định xem liệu là CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 hay CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE.

Bảng 1

Trường CCI			Ý nghĩa
Bit R thứ nhất	Bit R thứ hai	Bit thứ nhất của trường PH	
0	0	Bit cao nhất của trường PH 6 bit	LTE phiên bản 8/9 báo cáo dự phòng công suất
0	1	0	Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE; UE

			đã nhận được 1 cho phép liên kết lên
1	0	0	Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE; UE đã nhận được 2 các cho phép liên kết lên
1	0	1	Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE; UE đã nhận được 3 các cho phép liên kết lên
1	1	0	Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE; UE đã nhận được 4 cho phép liên kết lên
1	1	1	Báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE; UE đã nhận được 5 các cho phép liên kết lên

Nếu hai bit đầu tiên đều được thiết lập là 0, nghĩa là các bit dự trữ như được thể hiện trên Fig.7 được thiết lập là không, thì phần tử điều khiển MAC là một báo cáo dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 như được thể hiện trên Fig.7.

Trong bất kỳ trường hợp nào khác, phần tử điều khiển MAC là một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE. Nếu hai bit đầu tiên không được thiết lập là 0, eNodeB cũng cần ước lượng bit thứ ba trong octet, khi ba bit đầu tiên sinh ra số cho phép liên kết lên nhận được bởi thiết bị người dùng. Năm bit còn lại (xem Fig.15) - trường PH - chỉ báo trị số dự phòng công suất cho mỗi UE.

Khi thiết bị người dùng có tình trạng giới hạn công suất, có một cách để eNodeB có thể phản ứng lại báo cáo về điều đó bằng một CE MAC giới hạn công suất để giảm số sóng mang thành phần mà trên đó thiết bị người dùng được lập lịch đồng thời. Tốt hơn là, nếu thiết bị người dùng hỗ trợ eNodeB trong việc chọn trên sóng mang thành phần nào thì các tài nguyên sẽ được lập lịch cho UE.

Vì vậy, theo một phương án khác của sáng chế, CE MAC giới hạn công suất có thể được dùng không những để báo hiệu dự phòng công suất cho mỗi UE trong trường PH, mà còn đề xuất cho eNodeB đối với các sóng mang thành phần nào thì eNodeB nên gửi thêm các phân định tài nguyên. Trong một ví dụ, điều này được thực thi theo cách giống như được mô tả trước đây tương ứng với Fig.14. Thay vì chỉ báo các sóng mang thành phần mà cho phép liên kết lên cho nó đã được nhận, bốn bit của trường CCI có thể dùng để báo hiệu một ánh xạ bit để chỉ báo trên các sóng mang thành phần nào (khác với sóng mang mà trên đó CE MAC giới hạn công suất được nhận), eNodeB nên tiếp tục cho phép. Như một lựa chọn, ánh xạ bit có thể biểu thị các sóng mang thành phần mà eNodeB nên dùng cho phép trên đó.

Theo một phương án nữa của sáng chế, CE MAC như được thể hiện trên Fig.7 được dùng cho báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE. Một trong hai bit dự trữ, ví dụ bit dự trữ thứ nhất được thể hiện trên Fig.7 được dùng để nhận dạng xem liệu CE MAC là CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 hoặc CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE. Trong cả hai trường hợp thì trường PH có thể là 6 bit và chỉ báo một dự phòng cho mỗi CC như trong LTE phiên bản 8/9 hoặc dự phòng công suất cho mỗi UE. Ngoài ra, nếu phần tử điều khiển MAC là CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE, thì sóng mang thành phần mà trên đó phần tử điều khiển đã được truyền là sóng mang thành phần mà thiết bị người dùng đang đề xuất với eNodeB cho các phân định tài nguyên thêm trên đó.

Như được chỉ rõ ở trên, các định dạng phần tử điều khiển MAC được mô tả nêu trên tương ứng với Fig.7, và các hình vẽ từ Fig.14 đến Fig.16 có ưu điểm ở chỗ - so với LTE phiên bản 8/9 - không cần ký hiệu nhận dạng kênh logic được phân định cho các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi UE. Như được thể hiện trên Fig.6, PDU MAC mang lại định dạng của các phần tử điều khiển MAC

nằm trong the tải hữu ích PDU MAC bởi các ký hiệu nhận dạng kênh logic tương ứng trong tiêu đề phụ của các phần tử điều khiển MAC tương ứng. Theo một phương án khác của sáng chế một ký hiệu nhận dạng kênh logic mới (LCID) được định nghĩa để chỉ báo một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE. Do đó, sáng chế theo phương án này đề xuất một PDU MAC bao gồm một tiêu đề phụ (“tiêu đề phụ CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE”) và CE MAC có liên quan. Tiêu đề phụ CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE chứa một LCID mà đang nhận dạng CE MAC có liên quan là một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE.

Định dạng của CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE có thể một lần nữa được mô tả trong một trong số các phương án liên quan đến Fig.7, Fig.14 hoặc Fig.15 nêu trên, tuy nhiên, có thể không cần chỉ báo về CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 phải nằm trong định nghĩa định dạng nào nữa, khi sự phân biệt về CE MAC dự phòng công suất LTE phiên bản 8/9 và CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE giờ đây đạt được gián tiếp thông qua LCID trong tiêu đề phụ của PDU MAC.

Lựa chọn sóng mang thành phần để truyền CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE

Khi thiết bị người dùng gộp CE MAC giới hạn công suất trong các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trong khung con cho trước, thì công suất truyền khả dụng cho các truyền dẫn UL đã tới hạn. Do đó, khối vận chuyển của hầu hết sóng mang thành phần bảo đảm cần được chọn để bao gồm cả giới hạn công suất phần tử điều khiển MAC.

Tiêu chuẩn để chọn lựa sóng mang thành phần bảo đảm nhất có thể dựa trên các điều kiện sau đây. một lựa chọn sẽ là chọn sóng mang thành phần mà là “ô đặc biệt”, nghĩa là sóng mang thành phần trong đó UE lưu trữ trên đó và đọc

thông tin hệ thống từ đó. Một lựa chọn khác sẽ là chọn từ tập các sóng mang thành phần có các truyền dẫn UL, sóng mang mà có các tham số vật lý tốt nhất. Các tham số có thể, ví dụ, là BLER đích hoặc dự phòng công suất thực tế của một sóng mang thành phần. Ngoài ra, nếu hạng ưu tiên của các sóng mang thành phần là đã biết đối với UE thì UE có thể gửi CE MAC giới hạn công suất luôn luôn trên sóng mang thành phần có mức ưu tiên cao nhất.

Thiết lập trị số ngưỡng

Trong mỗi khung con ở đó thiết bị người dùng đã được phân định các tài nguyên để truyền dẫn liên kết lên trong ít nhất một trong các sóng mang thành phần được gộp của nó, thiết bị người dùng có thể tính toán công suất truyền cần để đáp ứng cho tất cả các cho phép liên kết lên (các phân định tài nguyên) trong khung con đó, nghĩa là xác định công suất truyền ước lượng được yêu cầu trong khung con này. Như được giải thích nêu trên, mức ngưỡng có thể được tạo cấu hình có liên hệ với công suất truyền UE tối đa tổng cộng mà về bản chất chỉ báo công suất truyền tối đa mà thiết bị người dùng được cho phép để (hoặc có thể) sử dụng trên tất cả các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần trong khung con cho trước.

Mức ngưỡng có thể, ví dụ, được tạo cấu hình bởi eNodeB trong mỗi liên hệ với công suất truyền UE tối đa tổng cộng. Mức ngưỡng này có thể, ví dụ, được thiết lập bởi eNodeB cho mỗi thiết bị người dùng riêng và trị số của mức ngưỡng có thể, ví dụ, được chuyển tải đến các thiết bị người dùng tương ứng thông qua báo hiệu RRC. Mức ngưỡng có thể, ví dụ, là một trị số tỷ lệ (hoặc phần trăm P) của công suất truyền UE tối đa tổng cộng. Như được mô tả sơ lược từ trước, trong trường hợp thiết bị người dùng sẽ cần gửi công suất lớn hơn cho tất cả các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần liên kết lên so với công suất được định nghĩa bởi trị số ngưỡng hoặc công suất truyền UE tối đa tổng cộng, thì một chỉ báo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng, ví dụ

một CE MAC giới hạn công suất, được chứa trong các truyền dẫn liên kết lên của khung con.

Cần lưu ý rằng công suất truyền ước lượng của thiết bị người dùng có thể không những vượt qua mức ngưỡng được tạo cấu hình mà còn có thể thậm chí ở trên công suất khả dụng tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Trong trường hợp sau đây thiết bị người dùng đã trong tình trạng giới hạn công suất khẩn cấp và không thể đáp ứng tất cả các phân định tài nguyên liên kết lên như được yêu cầu bởi eNodeB.

Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng theo tất cả các khía cạnh và các phương án của sáng chế, báo cáo về trạng thái công suất của thiết bị người dùng không nhất thiết phải là chủ động trước, nghĩa là $ETP > P \cdot MATP$, mà trị số ngưỡng có thể không sử dụng ($P = 1$). Về cơ bản, điều này có nghĩa là thiết bị người dùng được xúc phát để báo cáo trạng thái công suất khi công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng (nghĩa là $ETP > MATP$). Trong trường hợp này, thông tin trạng thái công suất (chỉ báo, CE MAC giới hạn công suất, v.v..) tương ứng, chỉ báo xem liệu thiết bị người dùng có được áp dụng việc định tỷ lệ công suất trong khung con cho trước hay không, trong khi trong trường hợp sử dụng trị số ngưỡng thì thông tin trạng thái công suất có thể hoàn toàn được báo hiệu trước cho thiết bị người dùng phải sử dụng định tỷ lệ công suất trên các sóng mang thành phần liên kết lên.

Cờ định tỷ lệ công suất

Theo một phương án làm ví dụ khác của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, thiết bị người dùng không gửi bất kỳ thông tin chi tiết nào đến eNodeB liên quan đến trạng thái công suất của nó, mà chỉ báo cho eNodeB ở mỗi truyền dẫn, xem liệu thiết bị người dùng có được áp dụng việc định tỷ lệ công suất cho các truyền dẫn trong liên kết lên hay không. Với mục đích này,

một hoặc nhiều chỉ báo có thể nằm trong các đơn vị dữ liệu giao thức được truyền bởi thiết bị người dùng. Chỉ báo này còn được gọi là cờ định tỷ lệ công suất. Cờ định tỷ lệ công suất có thể được cung cấp trên một trong số các sóng mang thành phần được phân định hoặc trên tất cả các sóng mang thành phần được phân định. Ví dụ, cờ định tỷ lệ công suất sẽ được truyền trên một sóng mang thành phần cho trước có thể được gộp với một đơn vị dữ liệu giao thức được truyền trên sóng mang thành phần được phân định.

Theo một phương án của sáng chế, cờ định tỷ lệ công suất được định nghĩa bằng một trong hai bit dự trữ/không dùng của một tiêu đề phụ PDU MAC được biết từ định dạng tiêu đề phụ LTE phiên bản 8/9. Nếu cờ định tỷ lệ công suất (PS) được thiết lập (ví dụ =1) thì công suất truyền ước lượng cho các truyền dẫn trong một khung con đã được định tỷ lệ xuống, nghĩa là công suất truyền ước lượng bị vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng. Nếu cờ PS không được thiết lập (ví dụ =0) thì thiết bị người dùng đã không áp dụng định tỷ lệ công suất trong khung con.

Như một lựa chọn, nếu cờ PS được cung cấp cho các sóng mang thành phần được tạo cấu hình riêng, thì cờ chỉ báo xem liệu công suất truyền, ví dụ công suất PUSCH, cho sóng mang thành phần được tạo cấu hình tương ứng đã được định tỷ lệ xuống. Ví dụ, nếu thông tin điều khiển liên kết lên (UCI) được dồn kênh với một khối vận chuyển (PDU MAC) cho một sóng mang thành phần được phân định liên kết lên trong lớp vật lý, thì truyền dẫn trên sóng mang thành phần được phân định liên kết lên này có thể không bị định tỷ lệ xuống, mặc dù (các) truyền dẫn PUSCH khác trên (các) sóng mang thành phần liên kết lên khác - không chứa thông tin điều khiển liên kết lên – thì được định tỷ lệ công suất.

Hệ thống dựa trên 3GPP sử dụng việc gộp sóng mang trong liên kết lên, giống như LTE-A, việc thiết lập cờ PS có thể chỉ báo rằng công suất PUSCH cho khối vận chuyển (PDU MAC) tương ứng đã được định tỷ lệ xuống do các

giới hạn công suất. Do đó bit thiết lập không thì chỉ báo rằng việc định tỷ lệ công suất không được áp dụng.

Fig.29 thể hiện một PDU MAC làm ví dụ theo một phương án của sáng chế. Do có một tiêu đề phụ PDU MAC trong một PDU MAC cho mỗi đơn vị dữ liệu dịch vụ (SDU - Service Data Unit) MAC mà chứa các PDU RLC của kênh logic (được nhận dạng bằng LCID) mà có dữ liệu trong PDU MAC, cờ PS có thể được thiết lập trong một tiêu đề phụ PDU MAC bất kỳ, tất cả, hoặc một tập con của các tiêu đề phụ PDU MAC trong một PDU MAC cho trước. Theo nguyên lý đủ, nếu chỉ một trong số các tiêu đề phụ PDU MAC, ví dụ tiêu đề phụ PDU MAC thứ nhất của PDU MAC chứa cờ định tỷ lệ công suất (cờ PS). Điều này có thể đơn giản hóa quy trình xử lý các PDU MAC trong thiết bị người dùng và eNodeB, khi chỉ cần một bit được thiết lập trong một trong số các tiêu đề phụ PDU MAC, được phân tích tương ứng bởi eNodeB.

Hơn nữa như đã đề cập trước đây, thay vào đó người ta có thể định nghĩa rằng thay vì thiết lập cờ định tỷ lệ công suất khi bị giới hạn công suất, thì cờ có thể được thiết lập khi công suất truyền dẫn liên kết lên vượt quá một mức ngưỡng được định nghĩa trước hoặc được báo hiệu xác định của công suất truyền dẫn được cho phép tối đa.

Theo một phương án làm ví dụ khác của sáng chế, các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định có thể được xúc phát, nếu công suất truyền ước lượng cho một khung con cho trước vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng hoặc một mức ngưỡng liên quan đến nó. Điều này sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn dưới đây. Theo phương án này, cờ trạng thái công suất (hoặc còn được gọi là cờ định tỷ lệ công suất) được báo hiệu cùng với các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC. Do đó, cờ trạng thái công suất được cung cấp trong mỗi tiêu đề phụ PDU MAC cho CE MAC bao gồm dự phòng công suất cho mỗi CC cho sóng

mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình tương ứng. Theo phương án này, do đó, cờ trạng thái công suất có thể được xem như một chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC được báo hiệu trong CE MAC của PDU MAC cho một sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình cho trước đã được xúc phát do công suất truyền ước lượng cho khung con cho trước vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng hoặc mức ngưỡng liên quan đến nó. Như một lựa chọn, cờ trạng thái công suất có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng một trong hai bit được dự trữ/không dùng trong phần tử điều khiển MAC chứa báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC của chính nó.

Fig.30 thể hiện một phương án làm ví dụ về tiêu đề phụ PDU MAC cho một báo cáo dự phòng công suất CE MAC chứa cờ trạng thái công suất. Trong trường hợp PDU MAC với CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC cho một sóng mang thành phần được tạo cấu hình được báo hiệu trên sóng mang thành phần được phân định tương ứng, không có sự nhận dạng bổ sung của sóng mang thành phần mà CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC liên quan đến nó.

Trong trường hợp the CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC được báo hiệu cho sóng mang thành phần được tạo cấu hình mà không có phân định tài nguyên khả dụng cho nó trong khung con cho trước thiết bị người dùng có thể, ví dụ, tính toán dự phòng công suất từ sóng mang thành phần này dựa trên một số cho phép liên kết lên được định nghĩa trước hoặc công suất PUSCH được định nghĩa trước tương ứng. Các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC cho sóng mang thành phần được tạo cấu hình có thể được báo hiệu trong một PDU MAC trên một sóng mang thành phần được phân định. Fig.31 thể hiện một PDU MAC làm ví dụ chứa các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC cho ba sóng mang thành phần được tạo cấu hình của thiết bị người dùng. Theo phương án làm ví dụ này, các kênh logic đặc biệt ID (LCID) được định nghĩa cho các sóng

mang thành phần tương ứng, để có thể kết hợp các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC với sóng mang thành phần tương ứng mà chúng tham chiếu đến.

Fig.21 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Thiết bị người dùng nhận ở bước 2101 (giống như bước 801 trên Fig.8) nhiều phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng ở bước 2102 (giống như bước 802 trên Fig.8) công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, công suất truyền được ước lượng bởi thiết bị người dùng dựa trên các phân định tài nguyên nhận được cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng như đã được giải thích tương ứng với Fig.8 nêu trên.

Tiếp theo, thiết bị người dùng xác định ở bước 2103, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có đang vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng (P_{ATP} hoặc P_{MAX}) hay không. Nếu công suất truyền UE tối đa tổng cộng không bị vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, do đó báo cáo trạng thái công suất không cần được báo hiệu đến eNodeB. Vì vậy, tiếp theo, thiết bị người dùng sẽ sinh ra ở bước 2104 (giống như bước 804 trên Fig.8) các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Lưu ý rằng việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong nộp đơn 1 hoặc nộp đơn 2, ví dụ, như một phần của quy trình sinh ở bước 2104, thiết bị người dùng còn thiết lập ở bước 2105 một hoặc nhiều chỉ báo - nghĩa là (các) cờ định tỷ lệ công suất - trong các PDU MAC để chỉ báo rằng việc định tỷ lệ công suất không được áp dụng bởi thiết bị người dùng để truyền dẫn các PDU MAC được sinh ra ở bước 2104. Ví dụ, mỗi PDU MAC có thể bao gồm một cờ định tỷ lệ công suất

tương ứng trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ PDU MAC cho một sóng mang thành phần được phân định cho trước mà các tiêu đề phụ của PDU MAC được truyền trong bước 2106.

Trong trường hợp công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng trong bước 2103, thì thiết bị người dùng tiếp theo sẽ sinh ra ở bước 2107 (giống như bước 2104 trên Fig.21) các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng, thiết lập thêm ở bước 2108 một hoặc nhiều chỉ báo - nghĩa là cờ định tỷ lệ công suất - trong các PDU MAC để chỉ báo rằng việc định tỷ lệ công suất đã được áp dụng bởi thiết bị người dùng cho công suất truyền dẫn, nghĩa là công suất PUSCH, của các PDU MAC. Ví dụ, mỗi PDU MAC có thể bao gồm một cờ định tỷ lệ công suất tương ứng trong một hoặc nhiều tiêu đề phụ PDU MAC cho một sóng mang thành phần được phân định cho trước mà chỉ báo xem liệu công suất truyền dẫn tương ứng cho truyền dẫn trên sóng mang thành phần đã được định tỷ lệ hay chưa.

Ngoài ra, thiết bị người dùng thực hiện ở bước 2109 việc định tỷ lệ công suất để giảm công suất truyền dẫn với ít nhất một trong số các sóng mang thành phần được phân định để giảm công suất truyền tổng cộng cho các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định thấp hơn (hoặc bằng với) công suất truyền UE tối đa. Như đã giải thích nêu trên, việc định tỷ lệ công suất có thể không được áp dụng cho truyền dẫn trên một sóng mang thành phần, nếu, ví dụ, thông tin điều khiển liên kết lên được truyền trên sóng mang thành phần này cùng với PDU MAC trong một khung con cho trước, nghĩa là còn được gọi là PUSCH với UCI như đã giải thích nêu trên. Các PDU MAC sau đó được truyền ở bước 2110 trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng liên kết lên bằng cách sử dụng công suất truyền bị giảm.

Lưu ý rằng thứ tự của các bước từ bước 2107 đến bước 2110 trên Fig.21 có thể không biểu thị đúng thứ tự theo thời gian của các bước, bởi một số bước có thể yêu cầu tương tác - như đã giải thích nêu trên.

Việc đồng bộ các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC trong một khung con

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, theo một sự thực thi và phương án thay thế khác của sáng chế để báo cho eNodeB về tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng, thiết bị người dùng gửi một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho mỗi sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình của khung con để báo cho eNodeB về tình trạng ở đó thiết bị người dùng gần sử dụng công suất truyền UE tối đa tổng cộng hoặc các cấp phát tài nguyên của nó và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB sẽ yêu cầu sử dụng công suất truyền vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng. Dự phòng công suất cho mỗi CC có thể, ví dụ, được định nghĩa theo một trong số các định nghĩa được cung cấp trong phần “định nghĩa về dự phòng công suất cho mỗi CC” dưới đây.

Các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC được gửi trong một khung con đơn trong liên kết lên. Về cơ bản, điều này có thể được xem như việc định nghĩa một xúc phát mới để gửi các báo cáo dự phòng công suất.

Như một lựa chọn, để nhận dạng rằng báo cáo dự phòng công suất cho một sóng mang thành phần là không định kỳ, tương ứng, được xúc phát bởi tình trạng giới hạn công suất, một bit trong tiêu đề phụ PDU MAC của CE MAC để báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC (per-CC PHR MAC CE) có thể được sử dụng, giống như cờ trạng thái công suất được mô tả nêu trên. Vì vậy, cũng theo phương án này, một trong hai bit dự trữ trong tiêu đề phụ PDU MAC tương ứng với CE MAC PHR cho mỗi CC dùng để chỉ báo sự giới hạn công suất và/hoặc điều này cũng gây ra sự truyền dẫn báo cáo dự phòng công suất. ID

kênh logic (LCID) cho báo cáo dự phòng công suất được xúc phát bởi sự giới hạn công suất gián tiếp thông qua CE MAC PHR cho mỗi CC có thể giống như báo cáo dự phòng công suất được xúc phát bởi báo cáo định kỳ hoặc thay đổi tổn hao đường truyền, ví dụ ở bước 11010 như được thể hiện trên Fig.30 (cờ PS sẽ chỉ báo rằng CE MAC tương ứng chứa báo cáo dự phòng công suất được xúc phát bởi sự giới hạn công suất). Như một lựa chọn, cờ này có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng một trong hai bit được dự trữ/không sử dụng trong phần tử điều khiển MAC chứa báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC của chính nó.

Theo một thực thi khác, thay vì sử dụng một cờ, một LCID mới có thể được định nghĩa để chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất cho for a sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình hoặc được phân định được xúc phát bởi sự giới hạn công suất.

Theo một sự cài đặt làm ví dụ nữa, các LCID riêng có thể được định nghĩa cho các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình, sao cho LCID có thể dùng để chỉ báo sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình nào mà CE MAC (và báo cáo dự phòng công suất của nó) thuộc về. Fig.31 thể hiện một PDU MAC làm ví dụ bao gồm các CE MAC PHR cho mỗi CC cho ba sóng mang thành phần được tạo cấu hình (CoCa1, CoCa2 và CoCa3) của thiết bị người dùng theo một phương án làm ví dụ của sáng chế. Trong phần tiêu đề phụ PDU MAC ba tiêu đề phụ MAC được cung cấp để chứa các LCID đặc biệt được định nghĩa cho các sóng mang thành phần tương ứng được tạo cấu hình cho thiết bị người dùng trong liên kết lên (LCID CoCa1, LCID CoCa2, và LCID CoCa3). Dựa trên các LCID trong các tiêu đề phụ của PDU MAC, eNodeB có thể kết hợp các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC trong các CE MAC trong phần tải hữu ích của PDU MAC với các sóng mang thành phần được tạo cấu hình tương ứng của thiết bị người dùng.

Lưu ý rằng trong ví dụ này, cùng một LCID được sử dụng bất kể xúc phát nào. Do đó, tiêu đề phụ cho các CE MAC PHR cho mỗi CC tương ứng chứa một cờ trong bit thứ nhất (hoặc thứ hai) của tiêu đề phụ (giống như cờ định tỷ lệ công suất) mà, khi thiết lập, không thiết lập tương ứng, thì chỉ báo rằng báo cáo dự phòng công suất trong CE MAC PHR cho mỗi CC là một báo cáo báo cáo dự phòng xúc phát sự kiện được xúc phát bởi tình trạng giới hạn công suất. Nếu các LCID riêng sóng mang thành phần chỉ được dùng cho các báo cáo dự phòng công suất do tình trạng giới hạn công suất, thì không cần cờ trong tiêu đề phụ.

Theo phương án làm ví dụ này, thiết bị người dùng có thể lựa chọn sử dụng lại cơ chế báo cáo dự phòng công suất (bao gồm người dùng của các bộ định thời *periodicPHR-Timer* và *prohibitPHR-Timer*) và định dạng của chúng như được thể hiện trên Fig.7 biết từ LTE phiên bản 8/9 cho mỗi báo cáo tương ứng được gửi trong khung con. Khi thiết bị người dùng ở trong tình trạng mà gần sử dụng đến công suất truyền UE tối đa tổng cộng hoặc các cấp phát tài nguyên của nó và các lệnh điều khiển công suất của eNodeB sẽ yêu cầu sử dụng công suất truyền vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng của thiết bị người dùng, thiết bị người dùng sẽ gửi trên mỗi sóng mang thành phần được phân định một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC như đã biết từ LTE phiên bản 8/9 cho sóng mang thành phần tương ứng. Trong khi làm như vậy thiết bị người dùng bỏ qua bộ định thời *prohibitPHR-Timer*, nếu đang chạy. Tiếp theo, để truyền dẫn nhiều báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC, các bộ định thời *periodicPHR-Timer* và *prohibitPHR-Timer* có thể được khởi động lại.

Nhờ vào việc nhận được tất cả các báo cáo dự phòng công suất trong khung con, eNodeB có được bức tranh đầy đủ về tình trạng công suất tổng cộng của thiết bị người dùng.

Theo một sự cài đặt làm ví dụ nữa theo một phương án khác của sáng chế, các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC trên tất cả các sóng mang thành

phần được tạo cấu hình hoặc được phân định có thể được gửi chỉ trong một PDU MAC trên một trong số các sóng mang thành phần được phân định. Sự lựa chọn sóng mang thành phần này mà các báo cáo dự phòng công suất sẽ được gửi trên đó có thể được thực thi như được mô tả ở phần trước (ngoài các phần khác, xem phần lựa chọn sóng mang thành phần để truyền CE MAC dự phòng công suất cho mỗi UE).

Theo một sự cài đặt làm ví dụ của phương án này, nhiều báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC có thể được chứa trong một PDU MAC. Một định dạng làm ví dụ của PDU MAC chứa nhiều CE MAC PHR được thể hiện trên Fig.17, trong đó một trong ba báo cáo dự phòng công suất trên các sóng mang thành phần được phân định CoCa1, CoCa3 và CoCa4 được lấy làm ví dụ.

PDU MAC bao gồm, trước hết là, các ký hiệu nhận dạng kênh logic (LCIDs) của các sóng mang thành phần riêng trong trường các tiêu đề phụ tương ứng mà cho phép nhận dạng các sóng mang thành phần được báo cáo trên đó và chỉ báo rằng phần tải hữu ích của PDU MAC bao gồm ba MAC CE PHR. Mỗi tiêu đề phụ (chỉ báo LCID) dài 8 bit (một octet), trong đó hai bit đầu tiên của octet (R) là các bit dự trữ, và bit thứ ba (E) chỉ báo xem liệu octet tiếp theo trong PDU MAC có trong một tiêu đề phụ khác của tiêu đề PDU MAC hoặc xem liệu phần tải hữu ích của PDU MAC có theo sau octet không (nghĩa là xem liệu octet tiếp theo có phải là CE MAC PHR trong ví dụ này), và 5 bit cuối là LCID.

Ví dụ, nếu bit E được thiết lập (ví dụ 1), một tiêu đề phụ khác có mặt trong octet tiếp theo của PDU MAC; nếu bit E không được thiết lập (ví dụ 0), thì octet tiếp theo là một phần của phần tải hữu ích của PDU MAC mà được giả thiết là bắt đầu với MAC CE PHR thứ nhất.

Theo một cài đặt thay thế khác, các báo cáo dự phòng công suất trên nhiều sóng mang thành phần còn có thể được gộp thành một phần tử điều khiển MAC đơn (“nhiều CE MAC PHR”).

Nhiều CE MAC PHR chứa trong octet thứ nhất của nó một ánh xạ bit có 5 bit chỉ báo về sóng mang thành phần nào mà có trường PHR nằm trong nhiều CE MAC PHR. Thứ tự ưu tiên của các sóng mang thành phần, như được mô tả trong nộp đơn 1 và nộp đơn 2, có thể xác định ý nghĩa của các vị trí riêng của các bit trong ánh xạ bit. Nói chung, một bit được thiết lập (ví dụ 1) tại một vị trí ánh xạ bit xác định có nghĩa là có một trường PHR cho sóng mang thành phần được kết hợp nằm trong CE MAC. Sau đây octet chứa sóng mang thành phần ánh xạ bit, mà (các) trường PHR tương ứng với trị số dự phòng công suất cho sóng mang thành phần nằm trong đó. Trường PHR có thể, ví dụ, có cùng một định dạng như được thể hiện trên Fig.7 và báo cáo dự phòng công suất (PH) cho một sóng mang thành phần. Một ví dụ về nhiều CE MAC PHR, trong đó một báo cáo về ba báo cáo dự phòng công suất trên các sóng mang thành phần được phân định CoCa1, CoCa3 và CoCa4 được lấy làm ví dụ trên Fig.18.

Lưu ý rằng đối với sự cài đặt thay thế này, các báo cáo dự phòng công suất và nhiều CE MAC PHR LTE phiên bản 8/9 có thể sử dụng cùng một ký hiệu nhận dạng kênh logic, và hai định dạng có thể được phân biệt bằng cách thiết lập hoặc không thiết lập bit dự trữ thứ nhất hoặc thứ hai trong octet thứ nhất của phần tử điều khiển. Tất nhiên, nhiều CE MAC PHR còn có thể được phân định ký hiệu nhận dạng kênh logic (LCID) của chính nó trong tiêu đề PDU MAC.

Nhiều CE MAC PHR có thể còn được phân định ký hiệu nhận dạng kênh logic của chính nó, sao cho nó có thể được nhận dạng bởi các tiêu đề phụ tương ứng trong tiêu đề của PDU MAC (xem Fig.6).

Fig.9 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ hai của sáng chế. Giống như Fig.8, thiết bị người dùng nhận ở bước 801 nhiều phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng 802 công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Tiếp theo, thiết bị người dùng xác định ở bước 803, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có đang vượt quá một trị số ngưỡng xác định hay không. Nếu trị số ngưỡng không bị vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, do đó báo cáo cần được báo hiệu đến eNodeB. Vì vậy, tiếp theo, thiết bị người dùng sẽ sinh ra ở bước 804 các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng và truyền ở bước 805 các đơn vị dữ liệu giao thức (mà được gọi là các khối vận chuyển trong lớp vật lý) đến eNodeB theo các sóng mang thành phần được phân định. Lưu ý rằng việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong nộp đơn 1 hoặc nộp đơn 2.

Nếu thiết bị người dùng ở trong tình trạng giới hạn công suất như được xác định ở bước 803, thì thiết bị người dùng xác định ở bước 906 cho mỗi sóng mang thành phần mà phân định tài nguyên cho nó đã được nhận một dự phòng công suất cho mỗi CC.

Tiếp theo, thiết bị người dùng có thể sinh ra ở bước 907 cho mỗi sóng mang thành phần được phân định một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC riêng (ví dụ, bằng cách sử dụng định dạng được thể hiện trên Fig.7) và còn sinh ra thêm ở bước 908 các PDU MAC chứa mỗi CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC tương ứng theo các phân định tài nguyên. Sau đó thiết bị người dùng truyền các PDU chứa các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC trên các sóng mang thành phần được phân định đến eNodeB.

Lưu ý rằng có thể thay thế các bước 907 và 908, còn có thể có một CE MAC nhiều PHR đơn được tạo ra và được truyền trong một trong số các PDU MAC, như được mô tả ở trên.

Fig.12 thể hiện báo cáo dự phòng công suất trong hệ thống LTE-A theo một phương án của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo Fig.9 được sử dụng. Trong hầu hết các tình trạng, sự vận hành là tương ứng với sự vận hành của thiết bị người dùng như đã được trình bày sơ lược tương ứng với Fig.10 nêu trên. Ngược lại với Fig.10, điều được giả thiết là tại T_6 thiết bị người dùng đã nhận được ba phân định tài nguyên cho tất cả ba sóng mang thành phần cho khung con tại T_6 , tuy nhiên hàm điều khiển công suất truyền đang sinh ra một hệ số khuếch đại cao cho truyền dẫn mà đem lại sự cấp phát tài nguyên, công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng (xem bước 803 trên Fig.9). Vì vậy, trong trường hợp này thiết bị người dùng xác định các trị số dự phòng công suất cho mỗi CC for tất cả ba sóng mang thành phần và gửi các PDU mỗi cái chứa một báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho sóng mang thành phần tương ứng trong liên kết lên. Như có thể nhận thấy từ Fig.12, *prohibitPHR-Timer* đang chạy ở T_6 đối với sóng mang thành phần CoCa3, nhưng được bỏ qua bởi thiết bị người dùng. Nhờ gửi các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC mà các bộ định thời tương ứng được khởi động lại cho mỗi sóng mang thành phần.

Fig.13 thể hiện một báo cáo dự phòng công suất làm ví dụ khác trong hệ thống LTE-A theo một phương án của sáng chế, trong đó sự vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng trên Fig.9 được sử dụng. Ví dụ được thể hiện ở đây giống như trên Fig.12, ngoại trừ việc thiết bị người dùng đang được phân định chỉ các tài nguyên trên các sóng mang thành phần CoCa1 và CoCa3 cho khung con tại T_6 . Giống như Fig.12, thiết bị người dùng vẫn ở trong tình trạng giới hạn công suất đối với khung con này, mà gửi một CE MAC nhiều PHR đơn trong

PDU được truyền trên sóng mang thành phần CoCa1 mà báo cáo các dự phòng công suất cho các sóng mang thành phần CoCa1 và CoCa3. Bởi vậy các bộ định thời *periodicPHR-Timer* và *prohibitPHR-Timer* được khởi động lại đối với các sóng mang thành phần mà báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC cho nó đã được gửi, nghĩa là các sóng mang thành phần CoCa1 và CoCa3 trong ví dụ này.

Fig.22 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Thiết bị người dùng nhận ở bước 2101 (giống như bước 801 trên Fig.8) nhiều phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng ở bước 2102 (giống như bước 802 trên Fig.8) công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, công suất truyền được ước lượng bởi thiết bị người dùng dựa trên các phân định tài nguyên nhận được cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng như được giải thích tương ứng với Fig.8 nêu trên. Ngoài ra, thiết bị người dùng xác định ở bước 2103, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có đang vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng (MA_{TP} hoặc P_{CMAX}).

Nếu công suất truyền UE tối đa tổng cộng không bị vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, do đó báo cáo trạng thái công suất không cần được báo hiệu đến eNodeB. Vì vậy, thiết bị người dùng tiếp theo sẽ sinh ra ở bước 804 các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong nộp đơn 1 hoặc nộp đơn 2. Sau đó thiết bị người dùng truyền ở bước 805 các PDU MAC đến eNodeB.

Trong trường hợp công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng ở bước 2103, thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2201 cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc được phân định) một báo cáo dự phòng công suất tương ứng (báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC) và còn sinh ra ở bước 2202 cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC riêng (ví dụ, bằng cách sử dụng định dạng được thể hiện trên Fig.7). Trong trường hợp không có cho phép liên kết lên khả dụng cho một sóng mang thành phần cho trước, thì thiết bị người dùng có thể, ví dụ, giả thiết một cấp phát tài nguyên được định nghĩa trước hoặc cũng có thể là công suất PUSCH được định nghĩa trước trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình đó mà phân định tài nguyên liên kết lên cho nó không thể ở trong khung con cho trước.

Tiếp theo, thiết bị người dùng tạo ra ở bước 2203 các PDU MAC bao gồm các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC. Các PDU MAC được tạo ra theo các phân định tài nguyên. Sau đó thiết bị người dùng truyền các PDU bao gồm các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC trên các sóng mang thành phần được phân định đến eNodeB.

Trong trường hợp việc nhận dạng sự truyền dẫn của các báo cáo dự phòng công suất trong các CE MAC PHR cho mỗi CC đã được xúc phát bởi công suất truyền ước lượng của khung con vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng không được cung cấp, mặt khác, thiết bị người dùng có thể tùy ý thiết lập ở bước 2204 (các) chỉ báo - nghĩa là (các) cờ - trong các PDU MAC để chỉ báo nguyên nhân để gửi các báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC. Ví dụ, mỗi tiêu đề phụ MAC cho một CE MAC PHR hoặc mỗi CE MAC PHR có thể bao gồm một cờ tương ứng để chỉ báo xem liệu công suất truyền ước lượng có bị vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng.

Ngoài ra, thiết bị người dùng thực hiện ở bước 2109 việc định tỷ lệ công suất để giảm công suất truyền dẫn với ít nhất một trong số các sóng mang thành phần được phân định để giảm công suất truyền tổng cộng cho các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định đến dưới (hoặc bằng với) công suất truyền UE tối đa. Như đã giải thích nêu trên, việc định tỷ lệ công suất có thể không được áp dụng với truyền dẫn trên một sóng mang thành phần, nếu, ví dụ, thông tin điều khiển liên kết lên được truyền trên sóng mang thành phần này cùng với PDU MAC trong một khung con cho trước, nghĩa là còn được gọi là PUSCH có UCI. Các PDU MAC bao gồm các CE PHR cho mỗi CC sau đó được truyền ở bước 2206 trên các sóng mang thành phần liên kết lên được phân định tương ứng sử dụng công suất truyền bị giảm.

Lưu ý rằng thứ tự các bước trên Fig.22 có thể không thể hiện đúng thứ tự theo thời gian của các bước, bởi một số bước có thể yêu cầu tương tác - như có thể thấy rõ từ các phân giải thích ở trên.

Định nghĩa về dự phòng công suất cho mỗi CC

Hiện thời không có định nghĩa rõ ràng về báo cáo dự phòng công suất sóng mang thành phần riêng, ví dụ, điều còn chưa rõ là, liệu việc giảm công suất được áp dụng với công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng (danh định) ($P_{MAX,c}$) chỉ tính đến truyền dẫn liên kết lên (cấp phát tài nguyên) trên CC tương ứng hay còn các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần liên kết lên được phân định khác. Ví dụ, trong trường hợp có các truyền dẫn liên kết lên được lập lịch đồng thời trên nhiều sóng mang thành phần, thì lượng giảm công suất, đôi khi còn được gọi là lượng cắt giảm, có thể được tăng lên để tránh phát xạ không mong muốn. Đồng thời truyền dẫn của PUSCH và/hoặc thành phần được gộp chéo PUCCH hoặc PUSCH được nhóm trong một sóng mang thành phần có thể tạo ra các sóng nhân liên điều biến phụ trong chuỗi bộ truyền UE

mà có thể do đó đòi hỏi phải có một lượng cắt giảm công suất truyền để đáp ứng các yêu cầu ACLR.

Định nghĩa PH 1

Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, như được thể hiện trên Fig.28, dự phòng công suất cho mỗi CC không tính đến việc định tỷ lệ công suất trên một sóng mang thành phần cho trước. Dự phòng công suất được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần $P_{MAX,c}$ (sau khi giảm công suất) trừ đi công suất truyền ước lượng của UE cho sóng mang thành phần c cho trước để định tỷ lệ công suất. Công suất truyền ước lượng của UE cho sóng mang thành phần c có thể được cho bởi sự điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng cho sóng mang thành phần c .

Theo một sự cài đặt làm ví dụ và theo phương án này, dự phòng công suất cho mỗi CC có thể, ví dụ, được xác định như được mô tả trong 3GPP TS 36.213, phiên bản 8.8.0, phần 5.1.1 đã được đề cập ở phần trước. Do đó, biểu thức 2 nêu trên được sử dụng lại và được áp dụng cho các sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình tương ứng.

Dự phòng công suất cho mỗi CC $PH_c(i)$ của sóng mang thành phần c có thể, ví dụ, được định nghĩa là:

$$PH_c(i) = P_{MAX,c} - \{10 \cdot \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Biểu thức 3

trong đó $P_{MAX,c}$ là công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần c (sau khi giảm công suất), tuân theo:

$$- P_{MAX_L,c} \leq P_{MAX,c} \leq P_{MAX_H,c}$$

- $P_{CMAX_L} = \min(P_{EMAX,c} - \Delta T_C, P_{PowerClass} - MPR_c - AMPR_c - \Delta T_C)$
- $P_{CMAX_H,c} = \min(P_{EMAX,c}, P_{PowerClass})$

Chỉ số c của các tham số chỉ báo khác nhau đây là cho sóng mang thành phần c . Ngoài ra, một số tham số trong biểu thức có thể là đặc trưng của UE. Mặt khác, ý nghĩa của các tham số trong biểu thức 3 được định nghĩa như trong phần bản chất kỹ thuật của sáng chế (cho sóng mang thành phần tương ứng c ở đó có thể áp dụng hoặc cho mỗi thiết bị người dùng).

Công suất truyền ước lượng $P_{PUSCH,c}(i)$ của UE cho sóng mang thành phần c như được cho bởi sự điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng đối với sóng mang thành phần c có thể được định nghĩa như sau:

$$P_{PUSCH,c}(i) = \min\{P_{CMAX,c}, 10\log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Biểu thức 4

Định nghĩa PH 2

Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, như được thể hiện trên Fig.27, dự phòng công suất cho mỗi CC đang tính đến việc định tỷ lệ công suất trên một sóng mang thành phần cho trước (nếu được áp dụng). Dự phòng công suất được định nghĩa là mức chênh lệch giữa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần $P_{CMAX,c}$ (sau khi giảm công suất) trừ đi công suất truyền được sử dụng của UE đối với sóng mang thành phần c sau khi định tỷ lệ công suất tiềm ẩn.

Theo một ví dụ, công suất truyền được sử dụng của UE đối với sóng mang thành phần c sau khi định tỷ lệ công suất là công suất PUSCH được truyền $P^{PS}_{PUSCH,c}(i)$ của khung con i như được định nghĩa bởi:

$$P_{PUSCH,c}^{PS}(i) = PSF_c \cdot \min\{P_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Biểu thức 5

trong đó PSF_c là hệ số định tỷ lệ công suất được áp dụng đối với sóng mang thành phần liên kết lên tương ứng được tạo cấu hình c .

$P_{PUSCH,c}^{PS}(i)$ còn có thể được biểu thị như sau:

$$P_{PUSCH,c}^{PS}(i) = PSF_c \cdot P_{PUSCH,c}(i)$$

Biểu thức 6

trong đó $P_{PUSCH,c}(i)$ là công suất truyền ước lượng đối với sóng mang thành phần c theo sự cấp phát tài nguyên khả dụng trong khung con i :

$$P_{PUSCH,c}(i) = \min\{P_{CMAX,c}, 10 \log_{10}(M_{PUSCH,c}(i)) + P_{0_PUSCH,c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{TF,c}(i) + f_c(i)\}$$

Biểu thức 7

Theo định nghĩa 2, dự phòng công suất có thể được biểu thị là:

$$PH_c(i) = P_{CMAX,c} - P_{PUSCH,c}^{PS}(i)$$

Biểu thức 8

Như một lựa chọn, việc giảm công suất được áp dụng với công suất truyền tối đa (danh định) của một sóng mang thành phần có thể được xác định có tính đến các truyền dẫn liên kết lên đồng thời trên các sóng mang thành phần được gộp khác. Ví dụ, công suất truyền tối đa danh định đối với một sóng mang thành phần $P_{CMAX_H,c}$ bị giảm do việc giảm công suất PR mà có tính đến các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được gộp khác trong một khung con cho trước. Kết quả của việc áp dụng giảm công suất định nghĩa công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần $P_{CMAX,c}$:

$$P_{CMAX_L,c} \leq P_{CMAX,c} = P_{CMAX_H,c} - PR_c \leq P_{CMAX_H,c}$$

Biểu thức 9

trong đó $PR_c \leq MPR_c$. Do đó, $P_{MAX,c}$ trong biểu thức 3 và biểu thức 8 có thể, tùy chọn, chứa lượng giảm công suất được áp dụng PR mà có thể, như một lựa chọn, có tính đến các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được gộp khác trong một khung con cho trước.

Các cải biến tùy chọn

Trong các biểu thức từ biểu thức 3 đến biểu thức 9 nêu trên, các tham số chứa chỉ số c có thể là đặc trưng của sóng mang thành phần. Tuy nhiên, một số hoặc tất cả các tham số có thể vẫn được tạo cấu hình hoặc được thiết lập cho mỗi UE. Ví dụ, các tham số $P_{0_PUSCH,c}(j)$ và $\alpha_c(j)$ có thể được định nghĩa cho mỗi UE.

Ngoài ra, dự phòng công suất theo định nghĩa 2, về mặt nguyên tắc sẽ không bao giờ âm, bởi công suất truyền được sử dụng tổng cộng, nghĩa là tổng của tất cả các công suất truyền dẫn liên kết lên qua các sóng mang thành phần liên kết lên được phân định, sẽ không bao giờ vượt quá (sau khi định tỷ lệ công suất) công suất truyền tối đa UE tổng cộng. Mặt khác, dự phòng công suất theo định nghĩa 1 có thể âm. Để có cùng một khoảng trị số dự phòng công suất cho cả hai định nghĩa dự phòng công suất, thì trị số dự phòng công suất âm cho dự phòng công suất theo định nghĩa 2, do đó, có thể được định nghĩa để có một ý nghĩa đặc biệt. Ví dụ, người ta có thể định nghĩa rằng trị số âm chỉ báo rằng công suất truyền được sử dụng là kết quả của việc định tỷ lệ công suất, nghĩa là công suất truyền dẫn UE tối đa tổng cộng bị vượt quá. Do đó, báo cáo dự phòng công suất sẽ sẵn sàng chuyển tải một số thông tin về trạng thái công suất của thiết bị người dùng.

Báo cáo lượng giảm công suất

Như được đề cập từ trước, eNodeB có thể được giả thiết là không biết về việc giảm công suất tối đa (MPR). Do đó, như một hệ quả việc giảm công suất được áp dụng bởi thiết bị người dùng với công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần cho trước cũng không được biết với eNodeB. Do đó, eNodeB về bản chất không biết công suất truyền tối đa của sóng mang thành phần mà có liên quan đến dự phòng công suất được tính toán. Do đó, theo một phương án nữa của sáng chế, thiết bị người dùng báo cho eNodeB về lượng giảm công suất (còn được gọi là lượng cắt giảm công suất) được áp dụng với một sóng mang thành phần liên kết lên.

Theo một cài đặt làm ví dụ, thiết bị người dùng báo hiệu lượng giảm công suất khi báo cáo một dự phòng công suất. Dựa trên dự phòng công suất và lượng giảm công suất được áp dụng mà eNodeB có thể tính toán công suất truyền được sử dụng thực tế trên một sóng mang thành phần cho trước và nhờ đó biết được trạng thái công suất của UE.

Không giống như các phương án làm ví dụ trước, lượng giảm công suất đối với các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định liên kết lên có thể không cần phải được báo cáo khi thiết bị người dùng ở trong tình trạng giới hạn công suất hoặc tiệm cận tình trạng này, nhưng lượng giảm công suất được áp dụng với một sóng mang thành phần có thể được gửi/được cập nhật định kỳ bởi thiết bị người dùng hoặc trong trả lời cho một thay đổi vượt quá một trị số ngưỡng cho trước, giống như báo cáo về các dự phòng công suất. Để giảm phí tổn điều khiển báo hiệu thì thiết bị người dùng có thể chỉ báo cáo lượng giảm công suất trong trường hợp thiết bị người dùng ở trong tình trạng giới hạn công suất hoặc tiệm cận tình trạng đó, như được lấy làm ví dụ nêu trên.

Fig.23 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Thiết bị người dùng nhận ở bước 2101 (giống như bước 801 trên Fig.8) nhiều phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng ở bước 2102 (giống như bước 802 trên Fig.8) công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, công suất truyền được ước lượng bởi thiết bị người dùng dựa trên các phân định tài nguyên nhận được cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng như được giải thích tương ứng với Fig.8 nêu trên. Ngoài ra, thiết bị người dùng xác định ở bước 2103, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có đang vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng ($MATP$ hoặc P_{CMAX}) hay không.

Nếu công suất truyền UE tối đa tổng cộng không vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, do đó báo cáo trạng thái công suất không cần phải được báo hiệu đến eNodeB. Vì vậy, tiếp theo, thiết bị người dùng sẽ sinh ra ở bước 804 các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong nộp đơn 1 hoặc nộp đơn 2. Sau đó thiết bị người dùng truyền ở bước 805 các PDU MAC đến eNodeB.

Trong trường hợp công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng ở bước 2103, thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2201 cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc cũng có thể là được phân định) một báo cáo dự phòng công suất tương ứng (báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC) và còn sinh ra ở bước 2202 cho mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC riêng (ví

dụ, bằng cách sử dụng định dạng được thể hiện trên Fig.7). Trong trường hợp không có cho phép liên kết lên khả dụng cho một sóng mang thành phần cho trước, thì thiết bị người dùng có thể, ví dụ, giả thiết một cấp phát tài nguyên được định nghĩa trước hoặc cũng có thể là công suất PUSCH được định nghĩa trước trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình đó mà phân định tài nguyên liên kết lên cho nó không thể áp dụng trong khung con cho trước. Dự phòng công suất có thể được tính toán bằng cách sử dụng, ví dụ, định nghĩa 1 hoặc định nghĩa 2 được mô tả nêu trên.

Ngoài ra, thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2301 cho mỗi sóng mang thành phần được phân định hoặc được tạo cấu hình trong liên kết lên một CE MAC giảm công suất cho mỗi CC mà chỉ báo lượng giảm công suất (ví dụ tính bằng dB) mà được áp dụng với sóng mang thành phần tương ứng. Tiếp theo, thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2302 các PDU MAC, các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC và các CE giảm công suất cho mỗi CC. PDU MAC được tạo ra theo các phân định tài nguyên.

CE MAC giảm công suất cho mỗi CC chứa lượng giảm công suất được áp dụng với sóng mang thành phần và có thể được định nghĩa giống như CE MAC PHR trong LTE phiên bản 8, như được thể hiện trên Fig.32. Một ID kênh logic (LCID) có thể được dự trữ để nhận dạng CE MAC giảm công suất cho mỗi CC.

Thiết bị người dùng thực hiện ở bước 2109 việc định tỷ lệ công suất để giảm công suất truyền dẫn với ít nhất một trong số các sóng mang thành phần được phân định để giảm công suất truyền tổng cộng cho các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định xuống dưới (hoặc bằng với) công suất truyền UE tối đa. Các PDU MAC bao gồm các CE PHR cho mỗi CC và các CE MAC giảm công suất cho mỗi CC sau đó được truyền ở bước 2303 trên các sóng mang thành phần liên kết lên được phân định tương ứng sử dụng công suất truyền giảm bớt.

Lưu ý rằng thứ tự của các bước trên Fig.23 có thể không thể hiện đúng thứ tự theo thời gian của các bước, do một số bước có thể yêu cầu tương tác - như có thể thấy rõ từ phân giải thích nêu trên.

Thay vì việc báo hiệu các CE PHR cho mỗi CC và các CE giảm công suất cho mỗi CC riêng, thì dự phòng công suất cho mỗi CC và việc giảm công suất cho mỗi CC được áp dụng với sóng mang thành phần còn có thể được báo hiệu trong một CE MAC. Để nhận dạng CE MAC mới này (việc giảm công suất và dự phòng công suất), thì cờ một bit có thể dùng để chỉ báo định dạng của CE MAC. Ví dụ, cờ có thể là một trong hai bit dự trữ (R) được cung cấp trong tiêu đề phụ MAC. Cờ này được thiết lập (ví dụ 1) có thể, ví dụ, chỉ báo rằng lượng giảm công suất và một báo cáo dự phòng công suất theo định nghĩa 1 hoặc định nghĩa 2 nằm trong CE MAC. Cờ không được thiết lập (ví dụ 0) thì chỉ báo rằng chỉ có một báo cáo dự phòng công suất theo định nghĩa 1 hoặc định nghĩa 2 được báo hiệu.

Cũng có thể là, thay vì báo hiệu lượng giảm công suất, thì thiết bị người dùng có thể báo hiệu một báo cáo dự phòng công suất cho tất cả các sóng mang thành phần được tạo cấu hình hoặc được phân định khi việc giảm công suất được áp dụng với công suất truyền tối đa của một sóng mang thành phần thay đổi vượt quá mức ngưỡng được định nghĩa trước nào đó. Về cơ bản, một xúc phát mới cho báo cáo PHR cho mỗi CC sẽ được đưa ra.

Báo hiệu lượng định tỷ lệ công suất

Sáng chế theo một cài đặt thay thế và phương án khác để báo cho eNodeB về tình trạng giới hạn công suất của thiết bị người dùng, thiết bị người dùng báo hiệu lượng lượng định tỷ lệ công suất được áp dụng với các sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình hoặc được phân định khác nhau. Lượng định tỷ lệ công suất (tính bằng dB) có thể, ví dụ, được báo hiệu cho mỗi sóng mang

thành phần liên kết lên khi thiết bị người dùng bị giới hạn công suất, nghĩa là công suất truyền tổng cộng được ước lượng cho khung con vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng.

Fig.24 thể hiện lưu đồ vận hành làm ví dụ của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế. Thiết bị người dùng nhận ở bước 2101 (giống như bước 801 trên Fig.8) nhiều phân định tài nguyên cho một khung con cho trước và ước lượng ở bước 2102 (giống như bước 802 trên Fig.8) công suất truyền (ETP) được yêu cầu cho các truyền dẫn liên kết lên trên các sóng mang thành phần được phân định theo các phân định tài nguyên nhận được. Theo một phương án làm ví dụ của sáng chế, công suất truyền được ước lượng bởi thiết bị người dùng dựa trên các phân định tài nguyên nhận được cho các đơn vị dữ liệu giao thức sẽ được truyền trong khung con và trạng thái của hàm điều khiển công suất truyền của thiết bị người dùng như được giải thích tương ứng với Fig.8 nêu trên. Ngoài ra, thiết bị người dùng xác định ở bước 2103, xem liệu công suất truyền ước lượng (ETP) có vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng ($MATP$ hoặc P_{CMAX}).

Nếu công suất truyền UE tối đa tổng cộng không bị vượt quá, thì thiết bị người dùng không ở trong tình trạng giới hạn công suất, do đó báo cáo trạng thái công suất không cần phải được báo hiệu cho eNodeB. Vì vậy, tiếp theo, thiết bị người dùng sẽ sinh ra ở bước 804 các đơn vị dữ liệu giao thức cho truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng. Việc sinh ra các đơn vị dữ liệu giao thức có thể, ví dụ, được thực thi như được mô tả trong nộp đơn 1 hoặc nộp đơn 2. Sau đó thiết bị người dùng truyền ở bước 805 các PDU MAC cho eNodeB.

Trong trường hợp công suất truyền ước lượng vượt quá công suất truyền UE tối đa tổng cộng ở bước 2103, thì thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2201 cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình (hoặc cũng có thể

là được phân định) một báo cáo dự phòng công suất tương ứng (báo cáo dự phòng công suất cho mỗi CC) và còn sinh ra ở bước 2202 cho mỗi sóng mang thành phần được phân định một CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC riêng (ví dụ, bằng cách sử dụng định dạng được thể hiện trên Fig.7). Trong trường hợp không có cho phép liên kết lên khả dụng cho một sóng mang thành phần cho trước, thì thiết bị người dùng có thể, ví dụ, giả thiết một sự cấp phát tài nguyên được định nghĩa trước hoặc cũng có thể là công suất PUSCH được định nghĩa trước trên các sóng mang thành phần được tạo cấu hình đó mà phân định tài nguyên liên kết lên cho nó không khả dụng trong khung con cho trước. Dự phòng công suất có thể được tính toán bằng cách sử dụng, ví dụ, định nghĩa 1 hoặc định nghĩa 2 được mô tả nêu trên.

Ngoài ra, thiết bị người dùng sinh ra ở bước 2401 cho mỗi sóng mang thành phần được phân định trong liên kết lên một CE MAC định tỷ lệ công suất cho mỗi CC mà đang chỉ báo hệ số định tỷ lệ công suất (ví dụ tính bằng dB) để định tỷ lệ công suất được áp dụng với truyền dẫn của sóng mang thành phần tương ứng. Tiếp theo, thiết bị người dùng tạo ra ở bước 2402 các PDU MAC, các CE MAC dự phòng công suất cho mỗi CC và các CE định tỷ lệ công suất. Các PDU MAC được tạo ra theo các phân định tài nguyên.

Để báo hiệu, một CE MAC có thể được định nghĩa để chứa hệ số định tỷ lệ công suất (PSF). CE MAC định tỷ lệ công suất (cho mỗi CC) này có thể được định nghĩa giống như CE MAC PHR trong LTE phiên bản 8, như được thể hiện trên Fig.33. ID kênh logic (LCID) mới có thể được dự trữ để nhận dạng CE MAC định tỷ lệ công suất cho mỗi CC.

Thiết bị người dùng thực hiện ở bước 2109 việc định tỷ lệ công suất để giảm công suất truyền dẫn với ít nhất một trong số các sóng mang thành phần được phân định để giảm công suất truyền tổng cộng cho các truyền dẫn trên các sóng mang thành phần được phân định thấp hơn (hoặc bằng với) công suất

truyền UE tối đa. Các PDU MAC bao gồm các CE PHR cho mỗi CC và các CE MAC định tỷ lệ công suất cho mỗi CC, sau đó, được truyền ở bước 2403 trên các sóng mang thành phần được phân định tương ứng liên kết lên bằng cách sử dụng công suất truyền giảm bớt.

Lưu ý rằng thứ tự của các bước trên Fig.24 có thể không biểu thị đúng thứ tự theo thời gian của các bước, do một số bước có thể yêu cầu tương tác - như có thể thấy rõ từ phần giải thích nêu trên.

Theo một phương án thay thế, lượng định tỷ lệ công suất có thể được báo hiệu gián tiếp thông qua báo cáo dự phòng công suất. Thay vì báo cáo lượng định tỷ lệ công suất tuyệt đối thì thiết bị người dùng báo cáo đồng thời một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 1 và một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 2 cho một sóng mang thành phần. Sau đó, eNodeB có thể tính toán lượng định tỷ lệ công suất bằng cách lấy mức chênh lệch của hai dự phòng công suất.

Bởi các báo cáo, một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 1 và một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 2 sẽ báo cáo các giá trị giống nhau khi định tỷ lệ công suất không được áp dụng, nên việc báo cáo cả hai dự phòng công suất chỉ hữu ích nếu thiết bị người dùng bị giới hạn công suất. Để phân biệt các định dạng báo cáo khác nhau, một bit dự trữ (R) của tiêu đề phụ PDU MAC tương ứng với CE MAC PHR cho mỗi CC có thể được sử dụng. Ví dụ, bit dự trữ đang được thiết lập (ví dụ 1) chỉ báo rằng việc định tỷ lệ công suất đã được áp dụng, nghĩa là một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 1 (hoặc định nghĩa 2) cùng với lượng định tỷ lệ công suất tuyệt đối, hoặc cũng có thể là, một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 1 và một dự phòng công suất cho mỗi CC theo định nghĩa 2 được báo cáo. bit dự trữ không được thiết lập (ví dụ 0) có thể chỉ báo rằng việc định tỷ lệ công suất đã được áp dụng và PHR cho mỗi CC danh định được báo cáo.

Cài đặt phần cứng và phần mềm của sáng chế

Một phương án khác của sáng chế đề cập đến cài đặt/sự thực thi các phương án khác nhau được mô tả nêu trên bằng cách sử dụng phần cứng và phần mềm. Trong kết nối này sáng chế đề xuất một thiết bị người dùng (đầu cuối di động) và một eNodeB (trạm cơ sở). Thiết bị người dùng được làm thích ứng để thực hiện các phương pháp được mô tả. Ngoài ra, eNodeB còn có nghĩa là cho phép eNodeB xác định trạng thái công suất của thiết bị người dùng tương ứng từ thông tin trạng thái công suất nhận được từ các thiết bị người dùng và xem xét trạng thái công suất của các thiết bị người dùng khác nhau trong việc lập lịch cho các thiết bị người dùng khác nhau bởi bộ lập lịch của nó.

Có thể thấy rằng sáng chế theo nhiều phương án khác nhau có thể được cài đặt hoặc được thực hiện sử dụng các thiết bị tính toán (các bộ xử lý). Một thiết bị tính toán hoặc bộ xử lý có thể, ví dụ, là các bộ xử lý đa năng, các bộ xử lý tín hiệu số (DSP - digital signal processor), các mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC - application specific integrated circuit), các mảng của khả năng lập trình bằng trường (FPGA - field programmable gate array) hoặc các thiết bị logic khả năng lập trình khác, v.v.. Sáng chế theo các phương án khác nhau còn có thể được thực hiện hoặc được biểu hiện bởi tổ hợp của các thiết bị này.

Ngoài ra, sáng chế theo phương án khác nhau còn có thể được thực thi gián tiếp thông qua các môđun phần mềm, mà được chạy bởi bộ xử lý trực tiếp bằng phần cứng. Ngoài ra, cũng có thể sử dụng tổ hợp các môđun phần mềm và cài đặt phần cứng. Các môđun phần mềm có thể được lưu trữ trên bất kỳ phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính nào, ví dụ, RAM, EPROM, EEPROM, bộ nhớ tác động nhanh, các thanh ghi, các đĩa cứng, CD-ROM, DVD, v.v..

Lưu ý thêm rằng các dấu hiệu kỹ thuật cơ bản của các phương án khác nhau của sáng chế có thể đứng riêng hoặc kết hợp tùy ý để trở thành đối tượng chính của một sáng chế khác.

Điều cần phải nhận thấy là người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể thực hiện nhiều thay đổi và/hoặc cải biến đối với sáng chế như được thể hiện trong các phương án cụ thể mà không nằm ngoài phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế. Do đó, các phương án hiện tại sẽ được nhìn nhận theo tất cả các khía cạnh để minh họa và không phải là giới hạn đối với sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần, trong đó phương pháp này bao gồm các bước sau đây được thực hiện bởi thiết bị người dùng:

sinh ra báo cáo trạng thái công suất bao gồm một báo cáo dự phòng công suất và công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình,

trong đó công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng tính đến số lượng của việc giảm công suất trên sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình tương ứng và được sinh ra khi thiết bị người sử dụng có một phân định tài nguyên đối với sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình, và

truyền báo cáo trạng thái công suất đến eNodeB.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó truyền dẫn của báo cáo trạng thái công suất được xúc phát ở sự kích hoạt của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó báo cáo trạng thái công suất tính đến một công suất kênh điều khiển liên kết lên vật lý, PUCCH, được truyền trên cùng khung con.

4. Phương pháp theo một trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó trong trường hợp báo cáo dự phòng công suất được truyền cho một sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình mà không có phân định tài nguyên

khả dụng cho nó trong khung con cho trước, thiết bị người sử dụng sinh ra báo cáo trạng thái công suất từ sóng mang thành phần dựa trên một cho phép liên kết lên được định nghĩa trước hoặc công suất kênh chia sẻ liên kết lên vật lý, PUSCH, được định nghĩa trước tương ứng.

5. Phương pháp theo một trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó báo cáo dự phòng công suất và công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng của mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình được gộp trong một phần tử điều khiển MAC đơn, điều khiển truy nhập phương tiện, mà được sử dụng cho nhiều báo cáo dự phòng công suất với một ánh xạ bit,

trong đó một bit được thiết lập tại một vị trí ánh xạ bit xác định chỉ báo rằng có một trường báo cáo dự phòng công suất đối với sóng mang thành phần kết hợp gộp trong phần tử điều khiển MAC.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phần tử điều khiển MAC cho nhiều báo cáo dự phòng công suất còn bao gồm các chỉ báo mà chỉ báo sự có mặt của công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng kết hợp đối với báo cáo dự phòng công suất tương ứng theo thứ tự.

7. Phương pháp theo một trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng là $P_{\text{cmax},c}$.

8. Thiết bị người dùng để báo cho một eNodeB về trạng thái công suất truyền của thiết bị người dùng trong một hệ thống truyền thông di động sử dụng sự gộp sóng mang thành phần, trong đó thiết bị người dùng này bao gồm:

một bộ xử lý để sinh ra báo cáo trạng thái công suất bao gồm một báo cáo dự phòng công suất và công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng cho mỗi sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình,

trong đó công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng tính đến số lượng của việc giảm công suất trên sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình tương ứng và được sinh ra khi thiết bị người sử dụng có một phân định tài nguyên cho sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình, và

một bộ truyền để truyền báo cáo trạng thái công suất cho eNodeB.

9. Thiết bị người dùng theo điểm 8, trong đó việc truyền của báo cáo trạng thái công suất được xúc phát ở sự kích hoạt của một sóng mang thành phần liên kết lên được tạo cấu hình.

10. Thiết bị người dùng theo điểm 8 hoặc 9, trong đó báo cáo trạng thái công suất tính đến một công suất kênh điều khiển liên kết lên vật lý, PUCCH, được truyền trên cùng khung con.

11. Thiết bị người dùng theo một trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó trong trường hợp báo cáo dự phòng công suất được truyền cho một sóng mang thành phần liên kết lên hoạt động và được tạo cấu hình, mà không có phân định tài nguyên khả dụng cho nó trong khung con cho trước, bộ xử lý sinh ra báo cáo trạng thái công suất từ sóng mang thành phần dựa trên một cho phép liên kết lên được định nghĩa trước hoặc công suất kênh chia sẻ liên kết lên vật lý, PUSCH, được định nghĩa trước tương ứng.

12. Thiết bị người dùng theo một trong số các điểm từ 8 đến 11, trong đó báo cáo dự phòng công suất và công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng của mỗi sóng mang thành phần được tạo cấu hình được gộp trong một phần tử điều khiển MAC đơn, điều khiển truy nhập phương tiện, mà được sử dụng cho nhiều dự phòng công suất với một ánh xạ bit,

trong đó một bit được thiết lập tại một vị trí ánh xạ bit xác định chỉ báo rằng có một trường báo cáo dự phòng công suất đối với sóng mang thành phần kết hợp gộp trong phần tử điều khiển MAC.

13. Thiết bị người dùng theo điểm 12, trong đó phần tử điều khiển MAC cho nhiều báo cáo dự phòng công suất còn bao gồm chỉ báo mà chỉ báo sự có mặt của công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng kết hợp đối với báo cáo dự phòng công suất tương ứng theo thứ tự.

14. Thiết bị người dùng theo một trong số các điểm từ 8 đến 13, trong đó công suất truyền tối đa sóng mang thành phần riêng là $P_{\text{cmax},c}$.

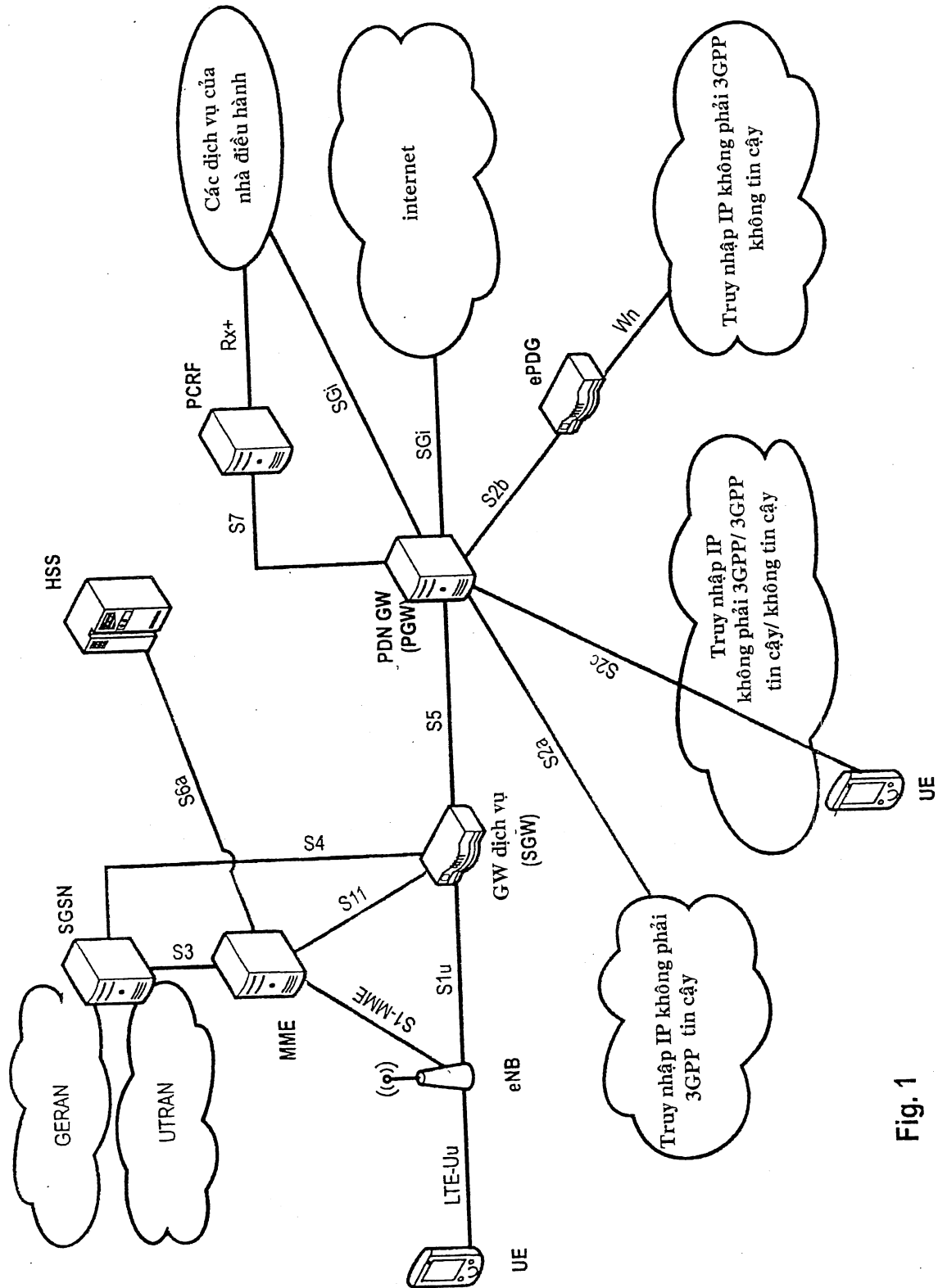


Fig. 1

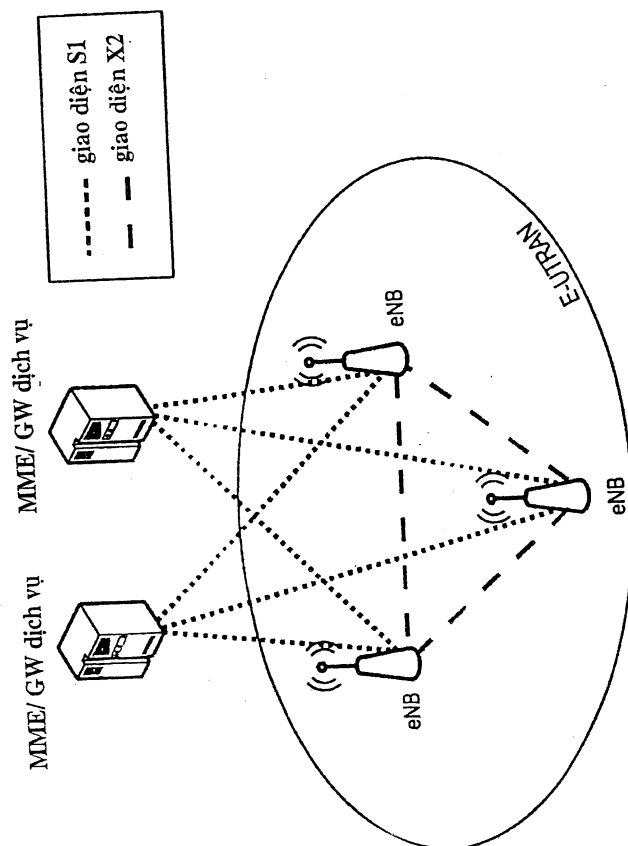


Fig. 2

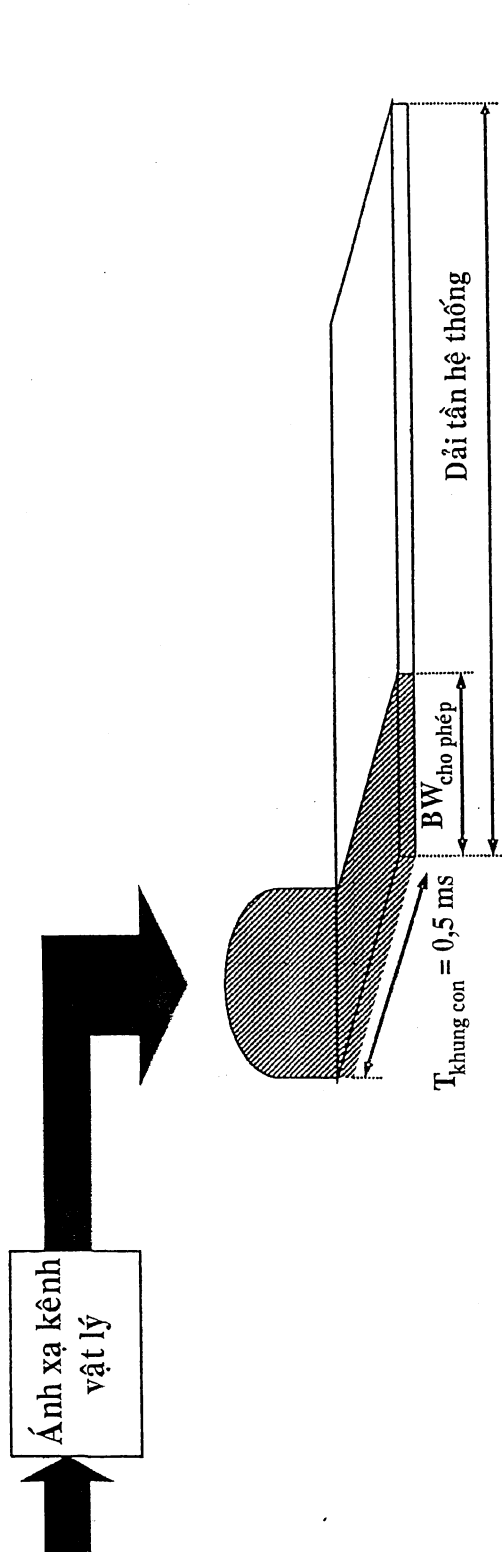


Fig. 3

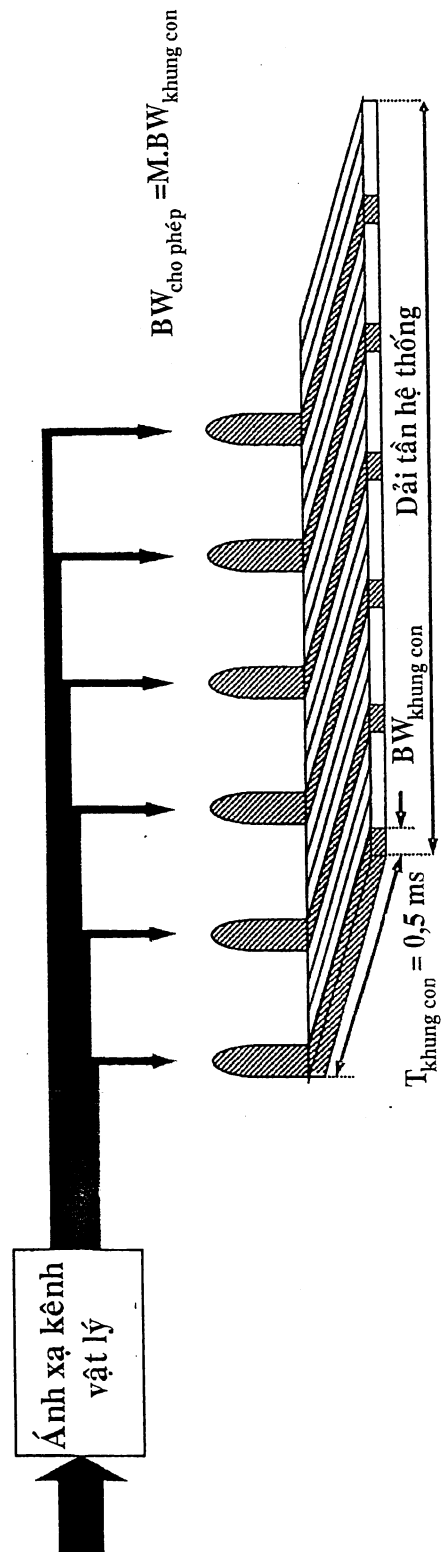


Fig. 4

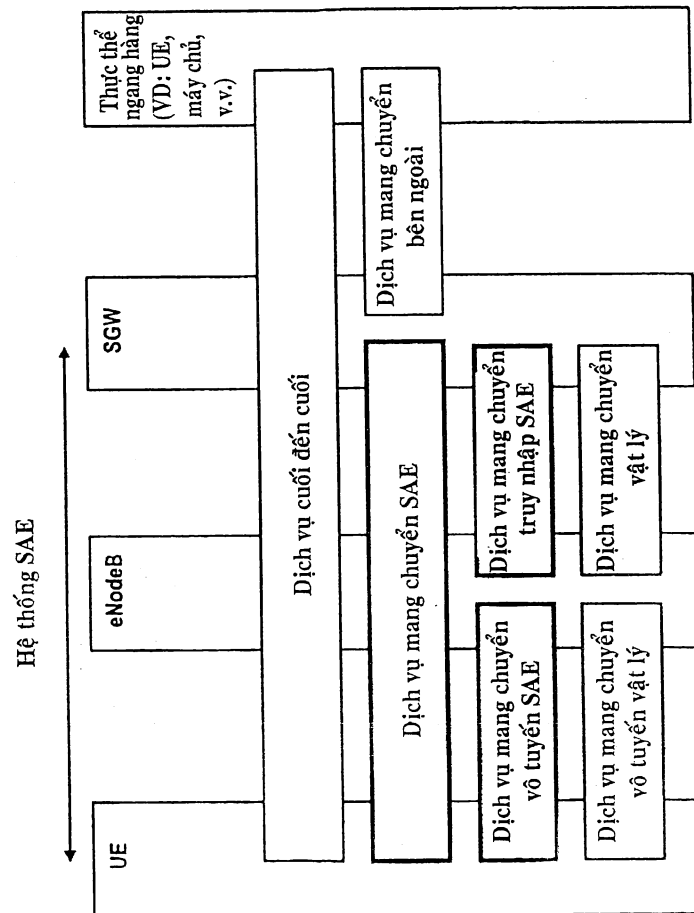


Fig. 5

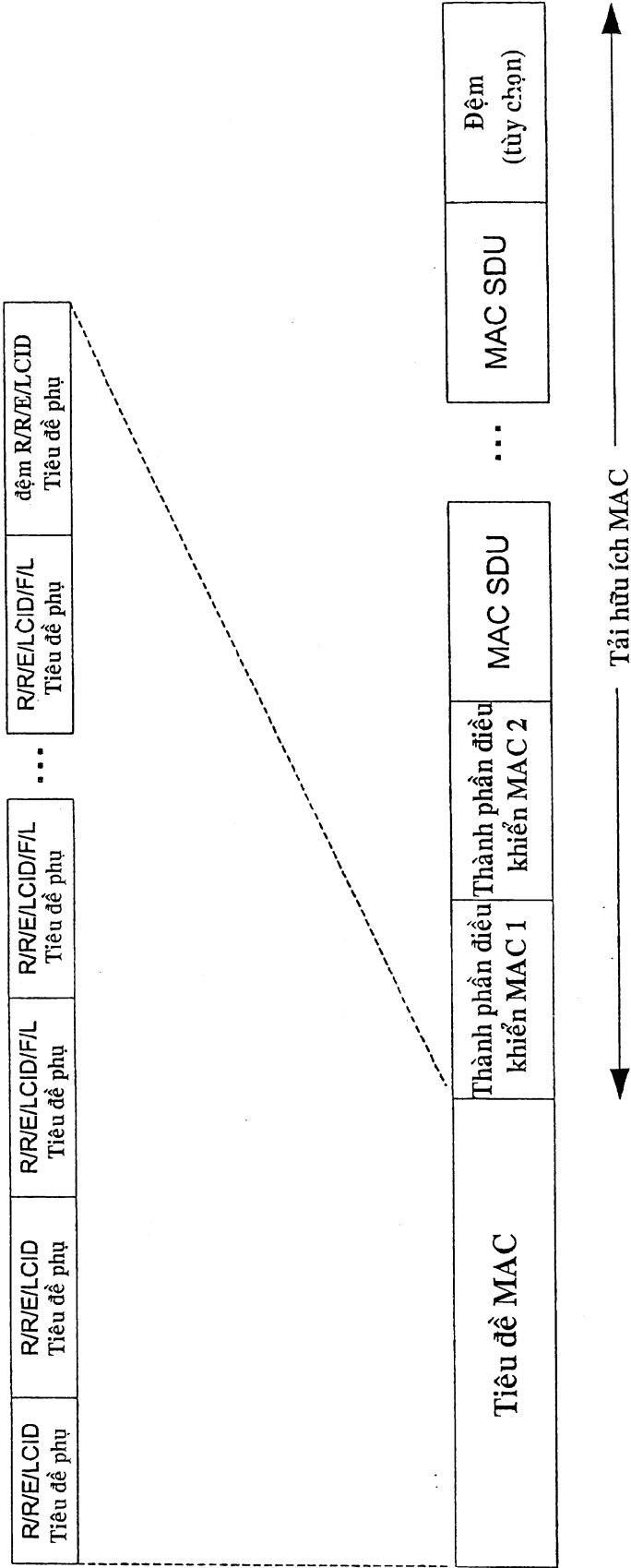


Fig. 6

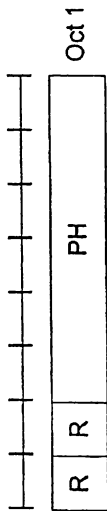


Fig. 7

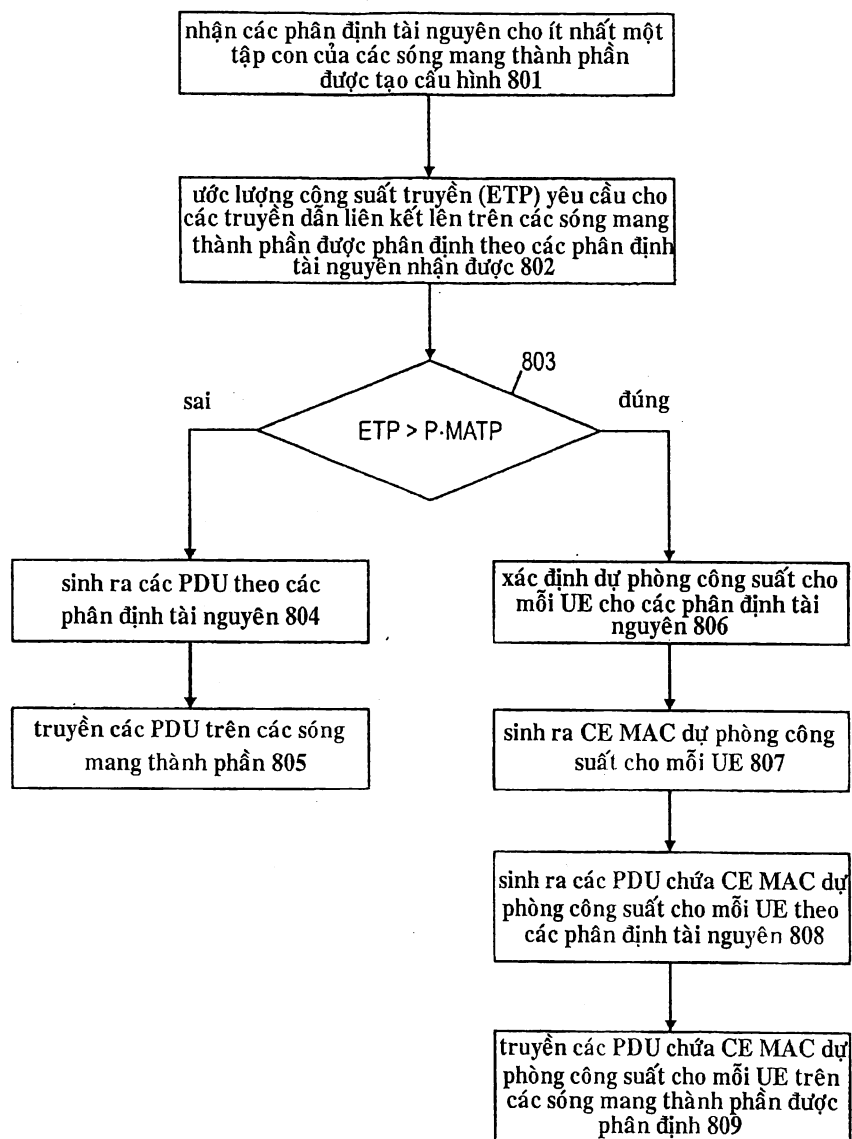


Fig. 8

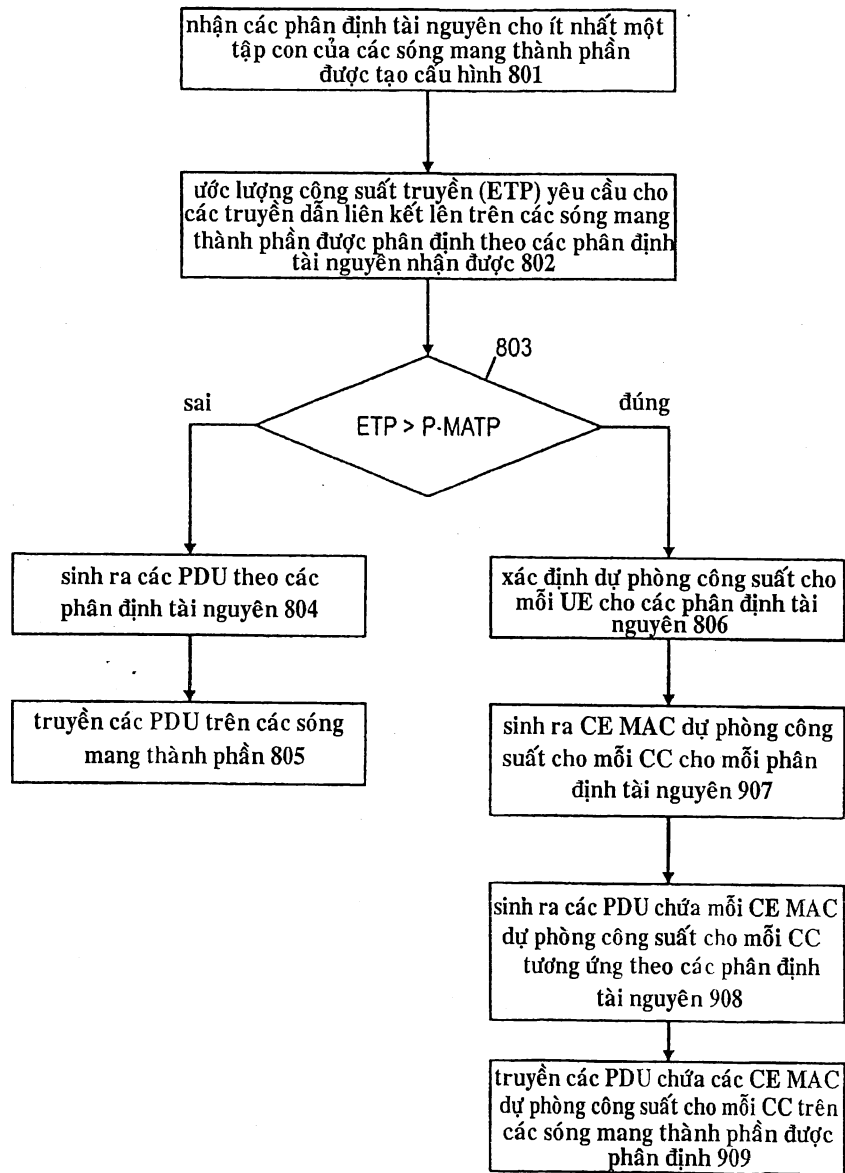


Fig. 9

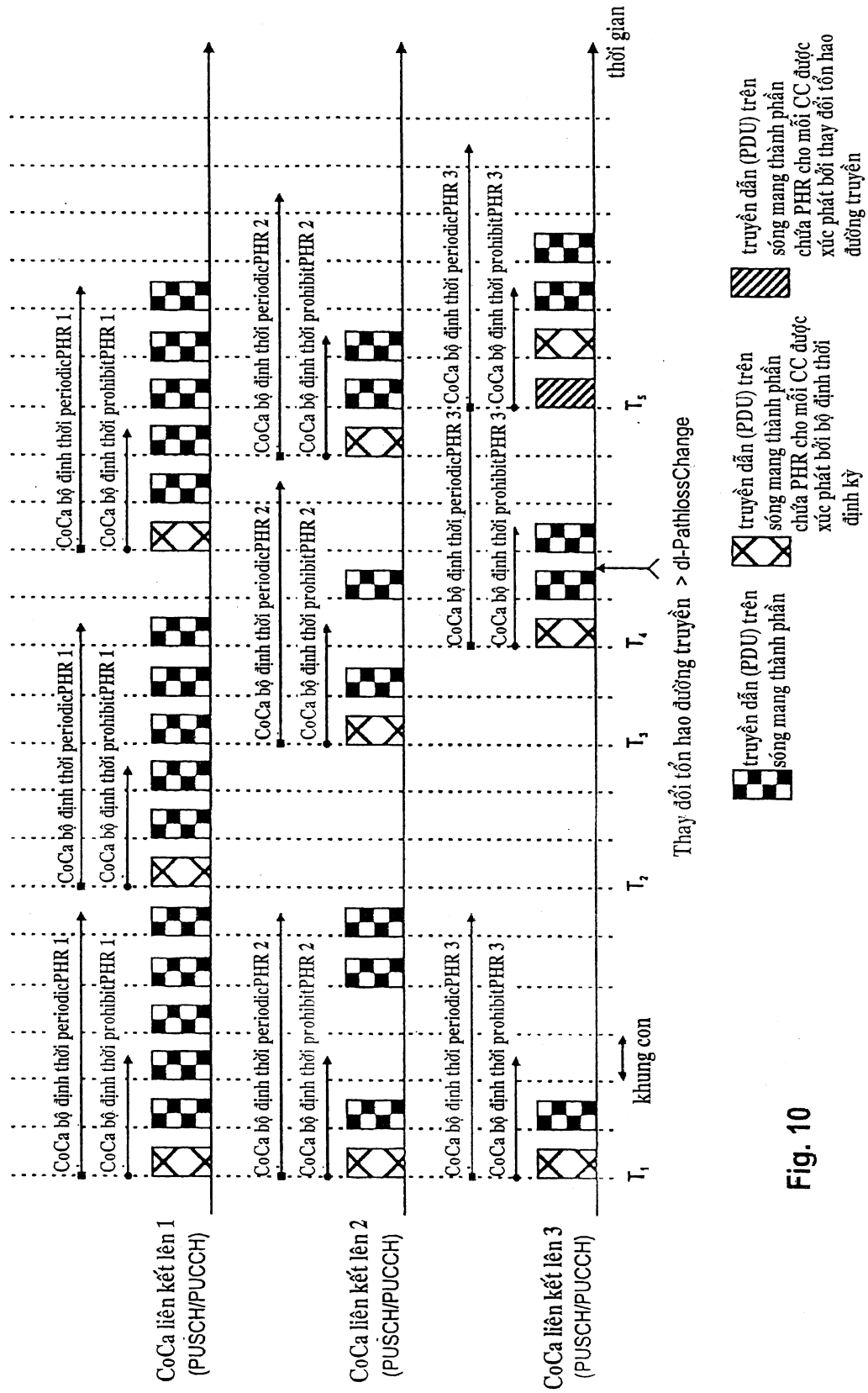


Fig. 10

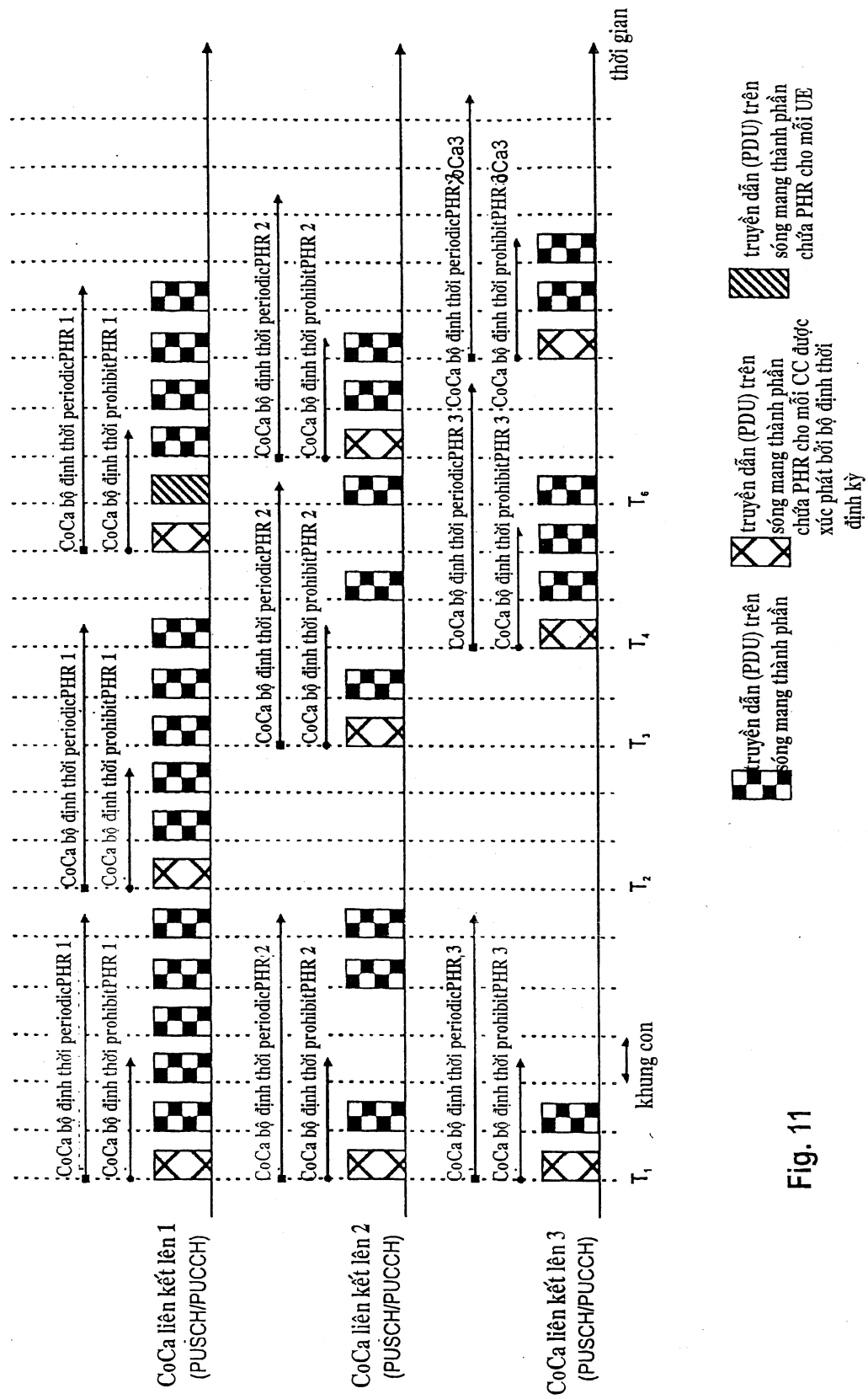
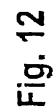


Fig. 11



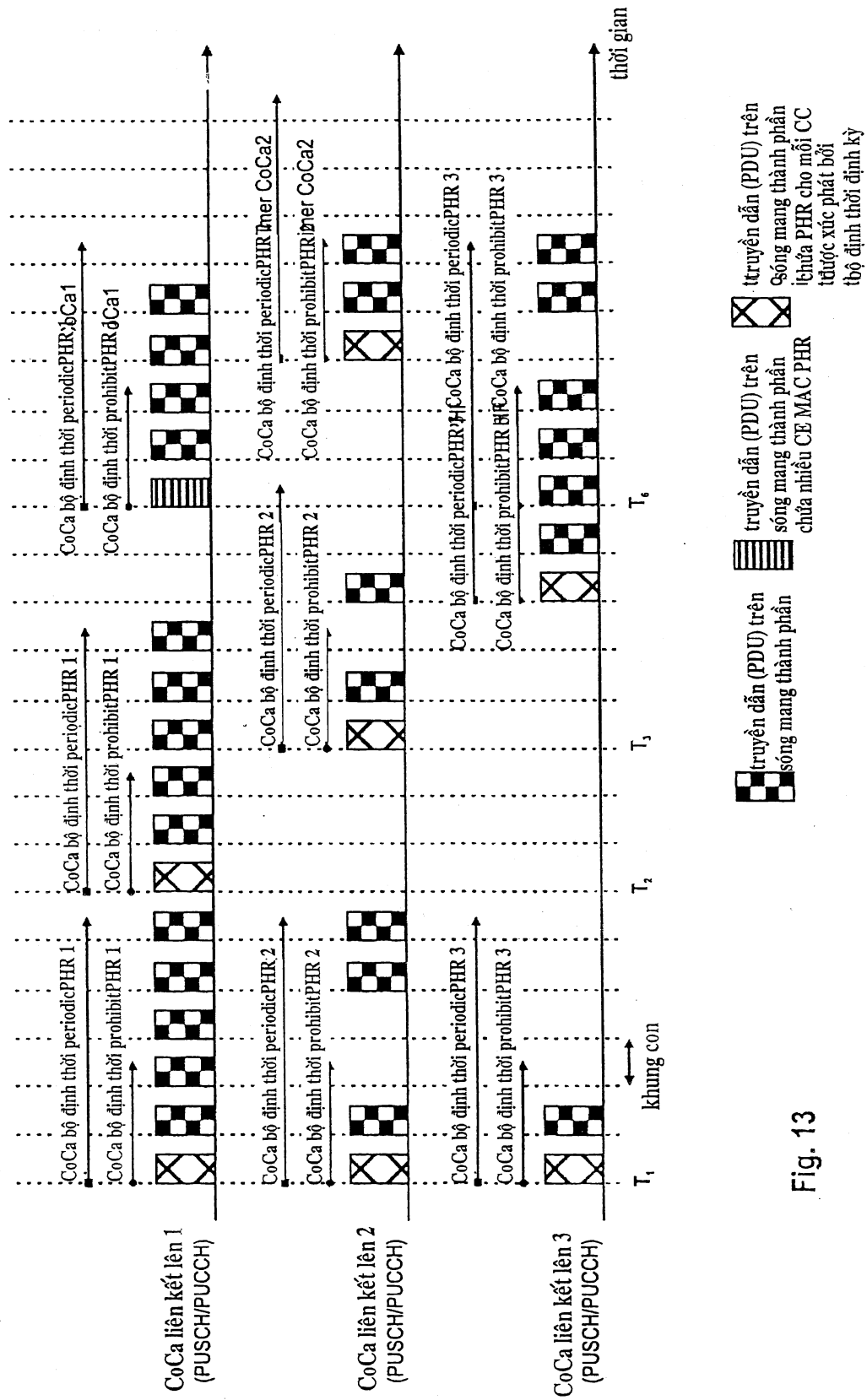
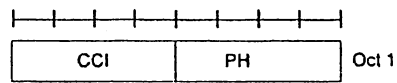
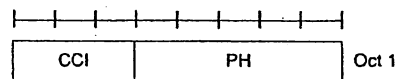
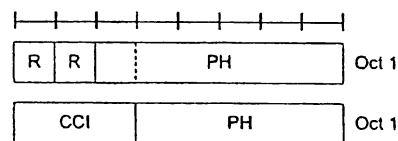


Fig. 13

**Fig. 14****Fig. 15****Fig. 16**

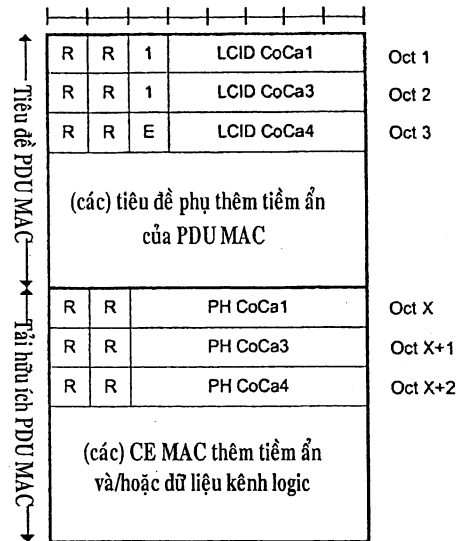


Fig. 17

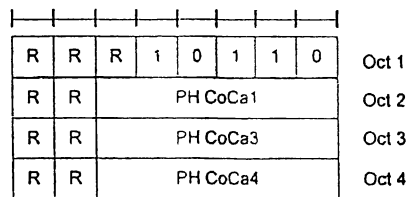


Fig. 18

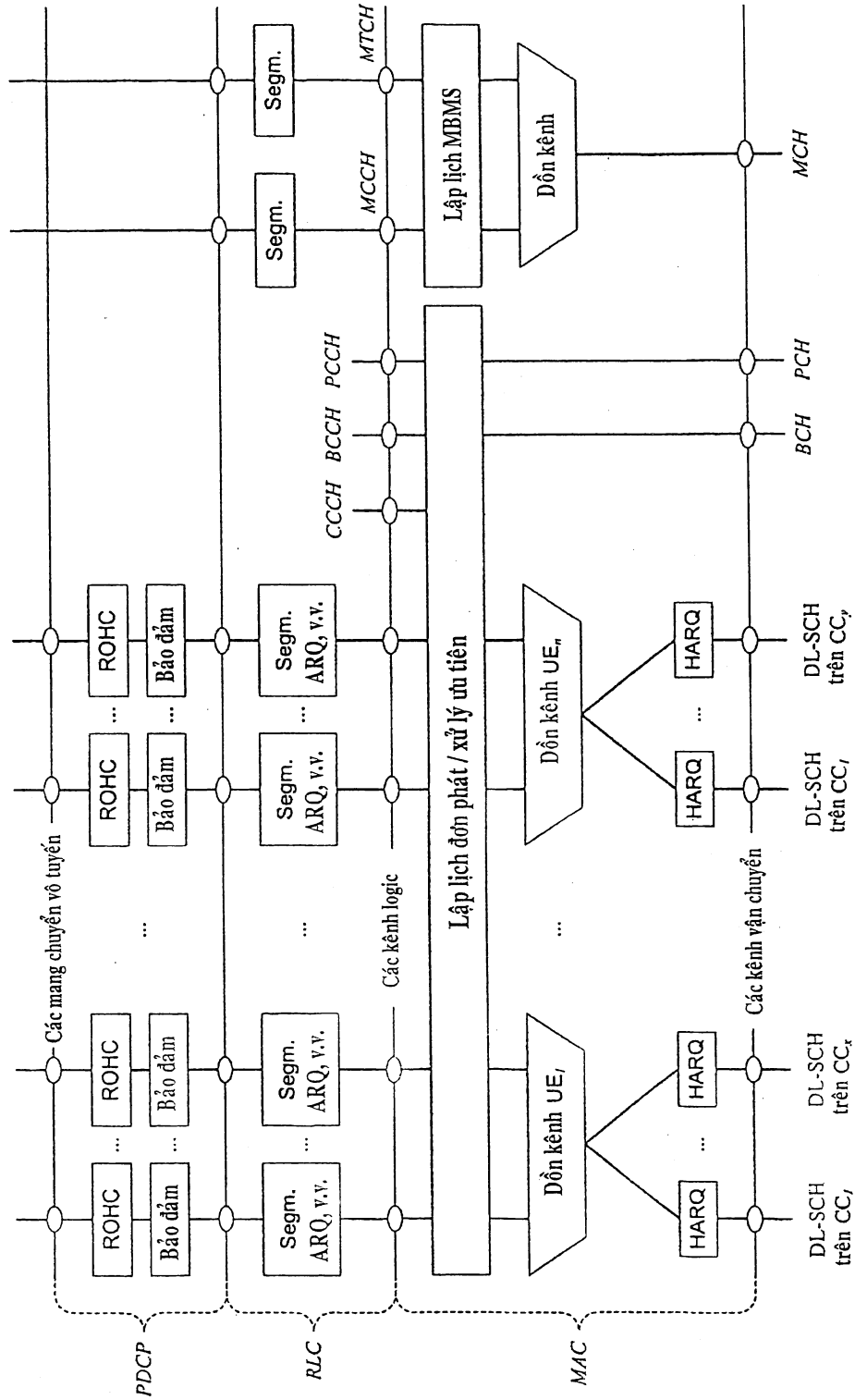


Fig. 19

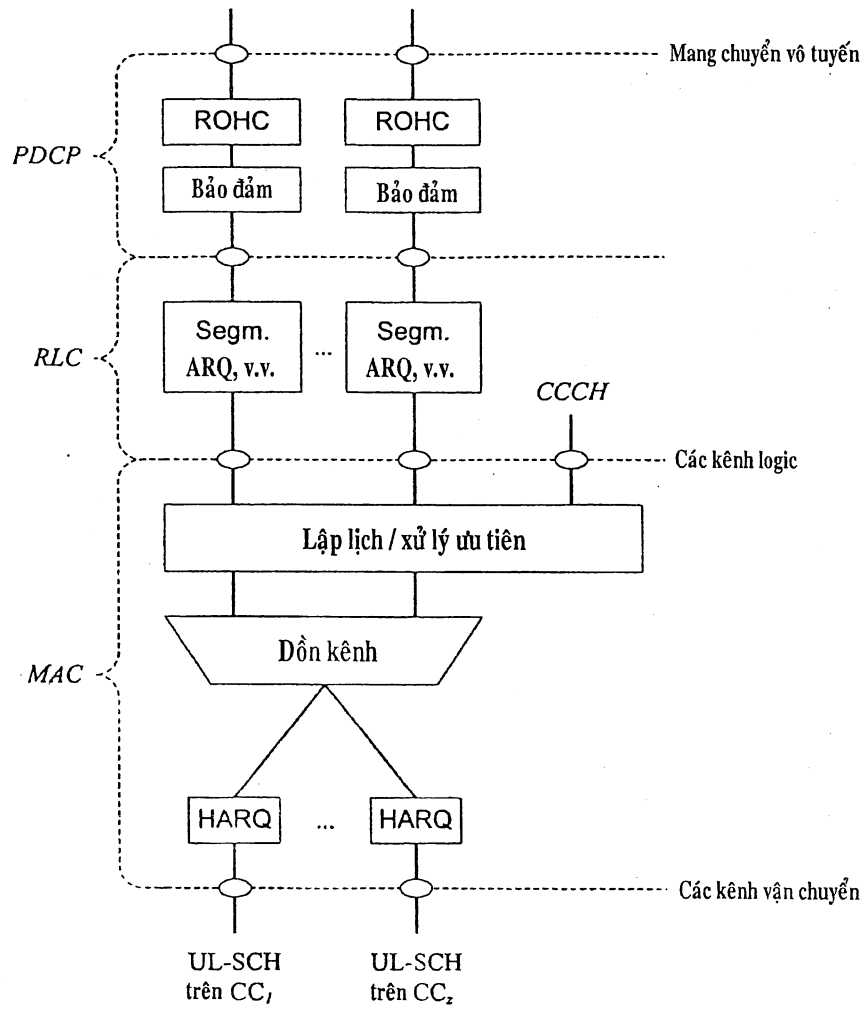


Fig. 20

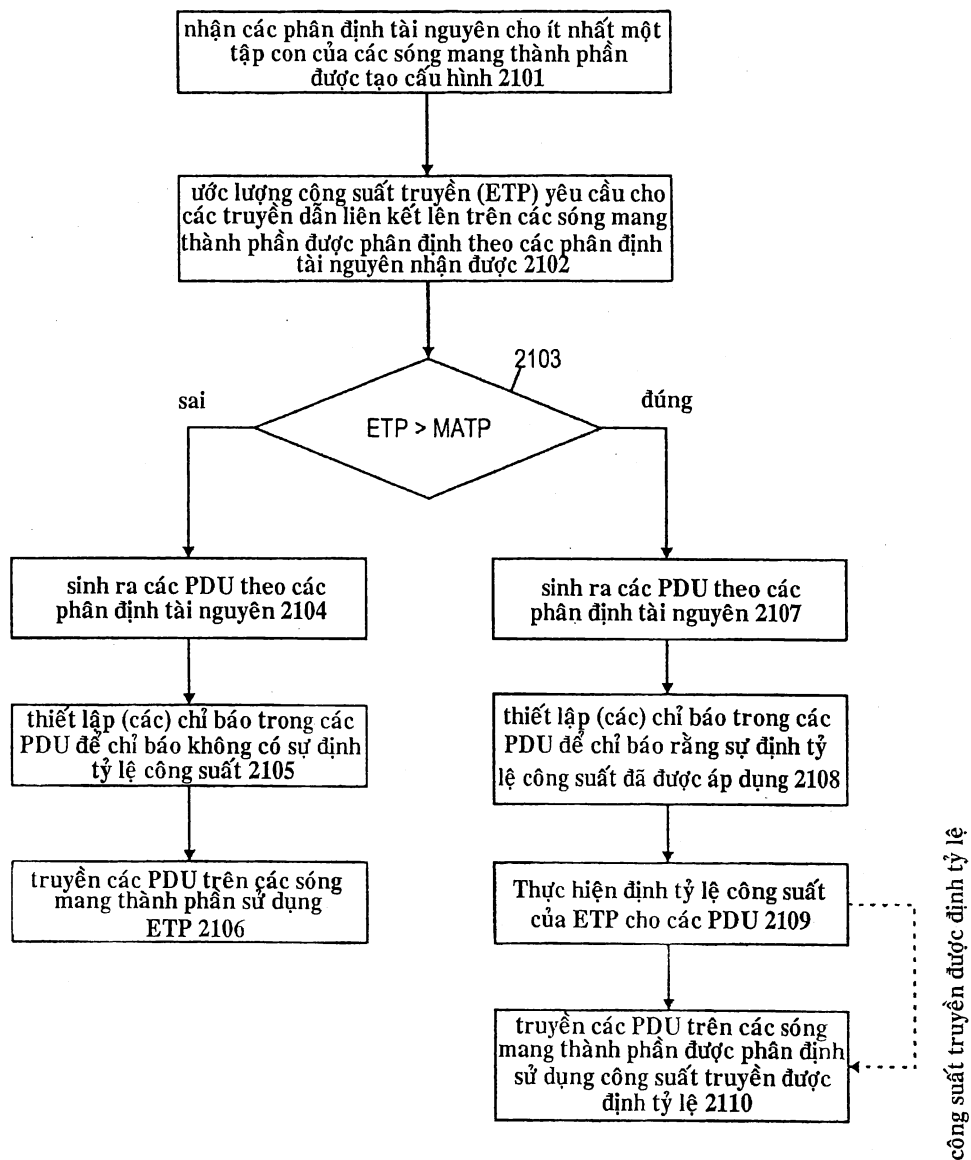


Fig. 21

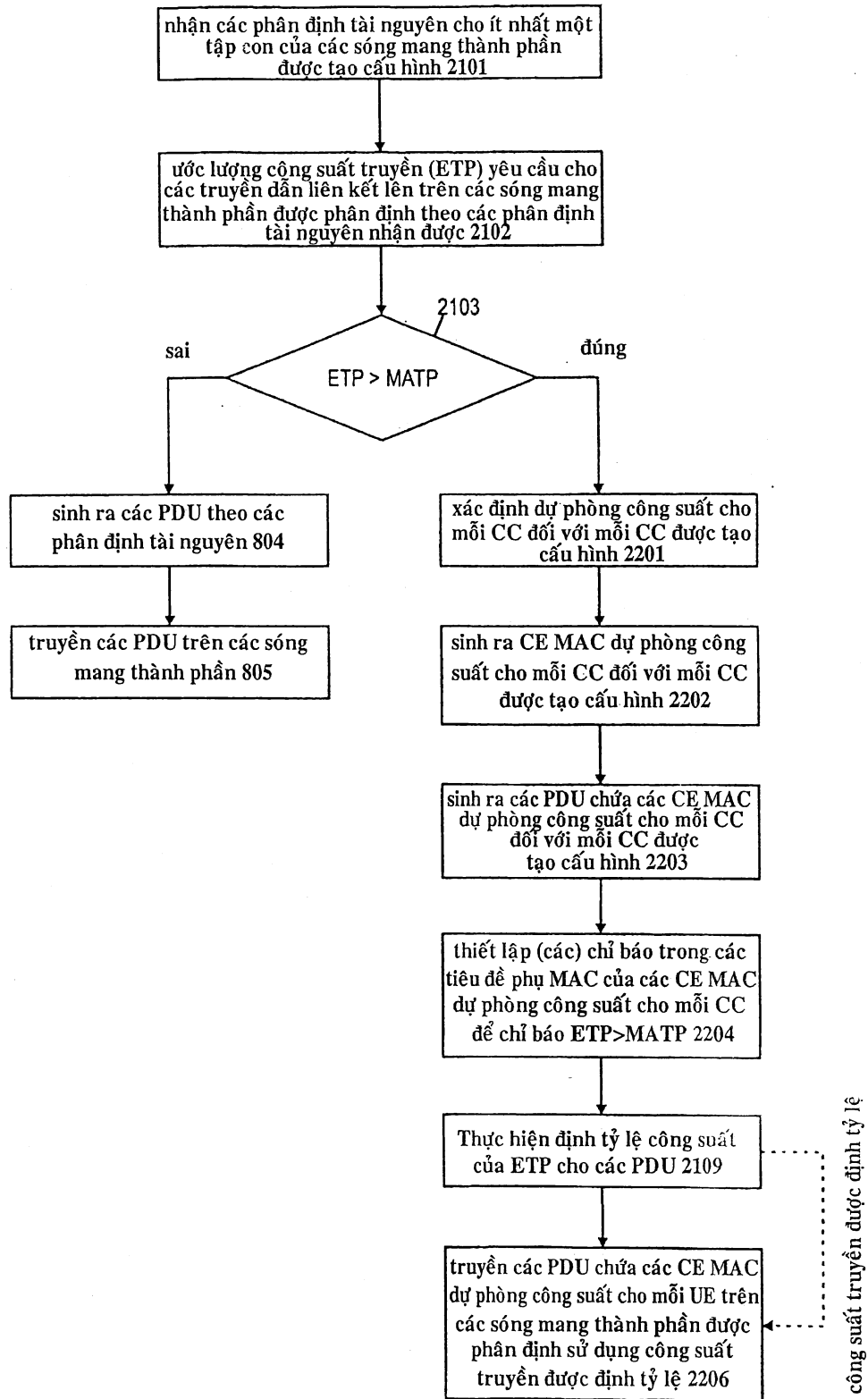


Fig. 22

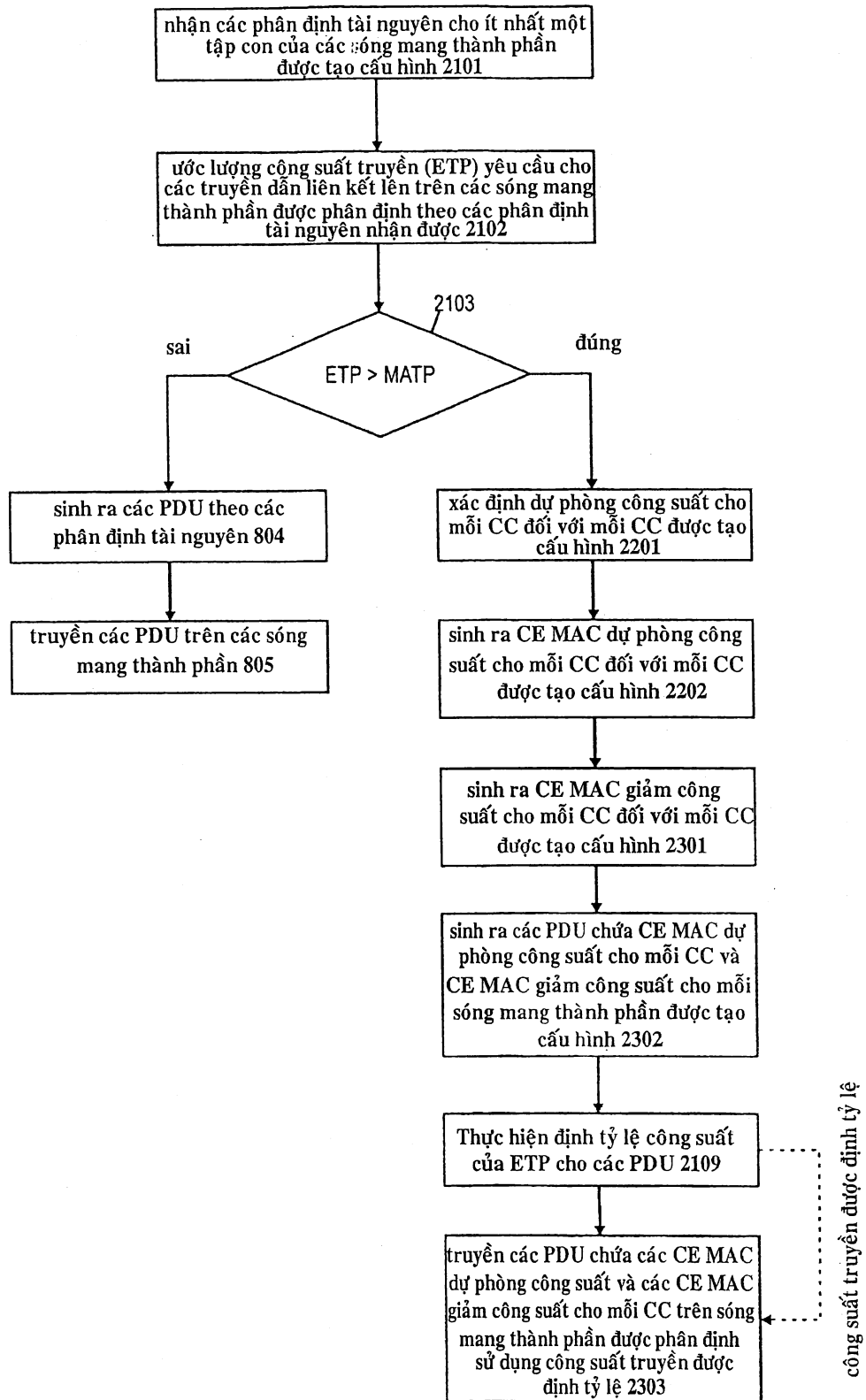


Fig. 23

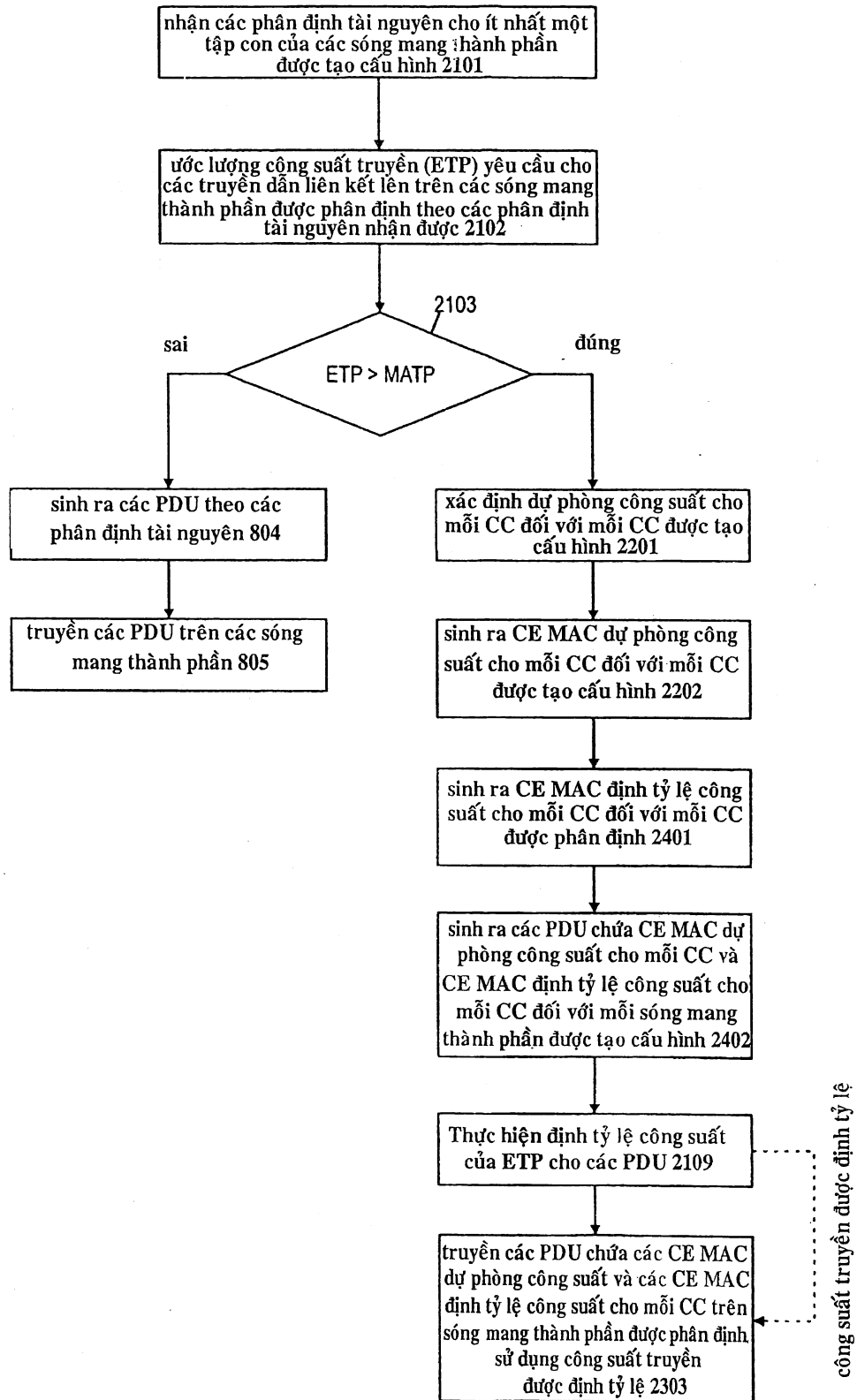


Fig. 24

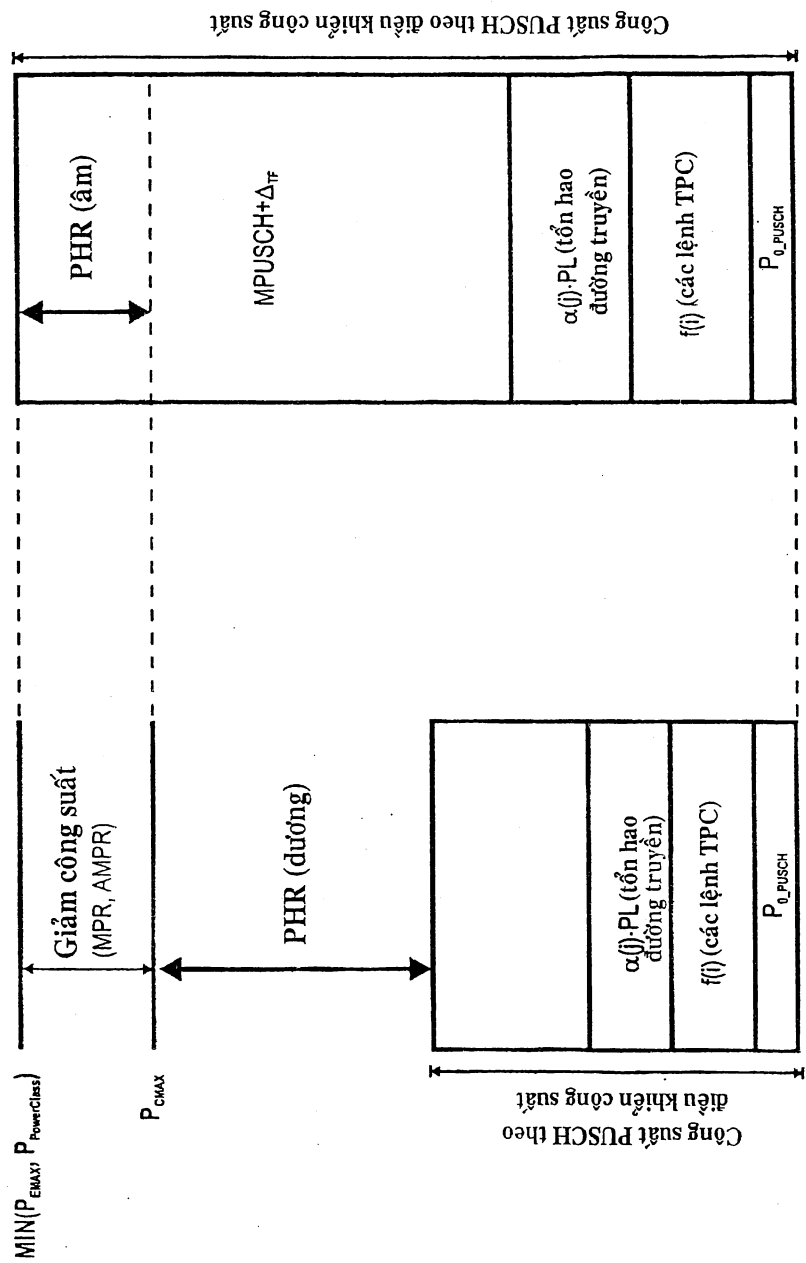


Fig. 25

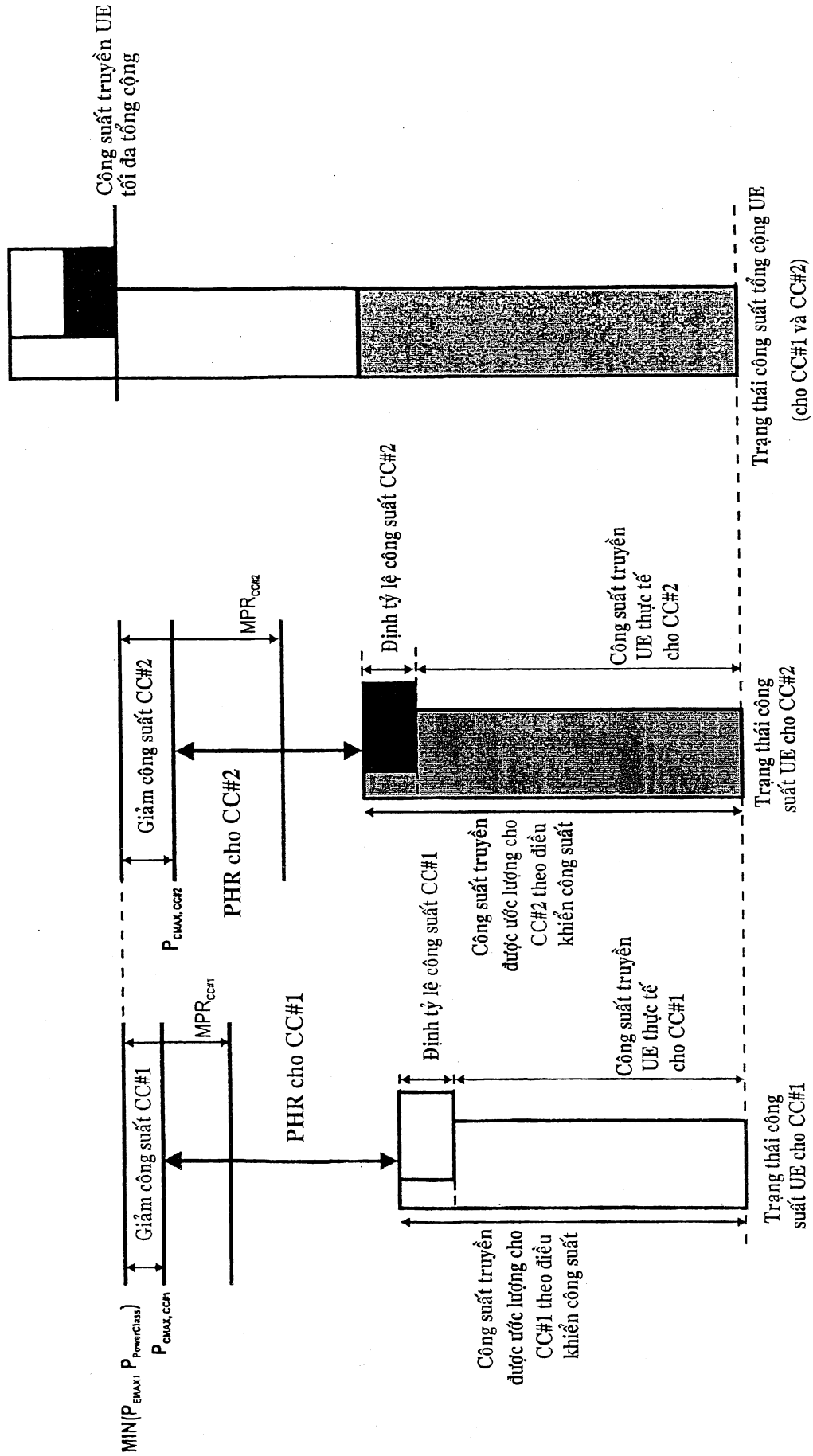


Fig. 26

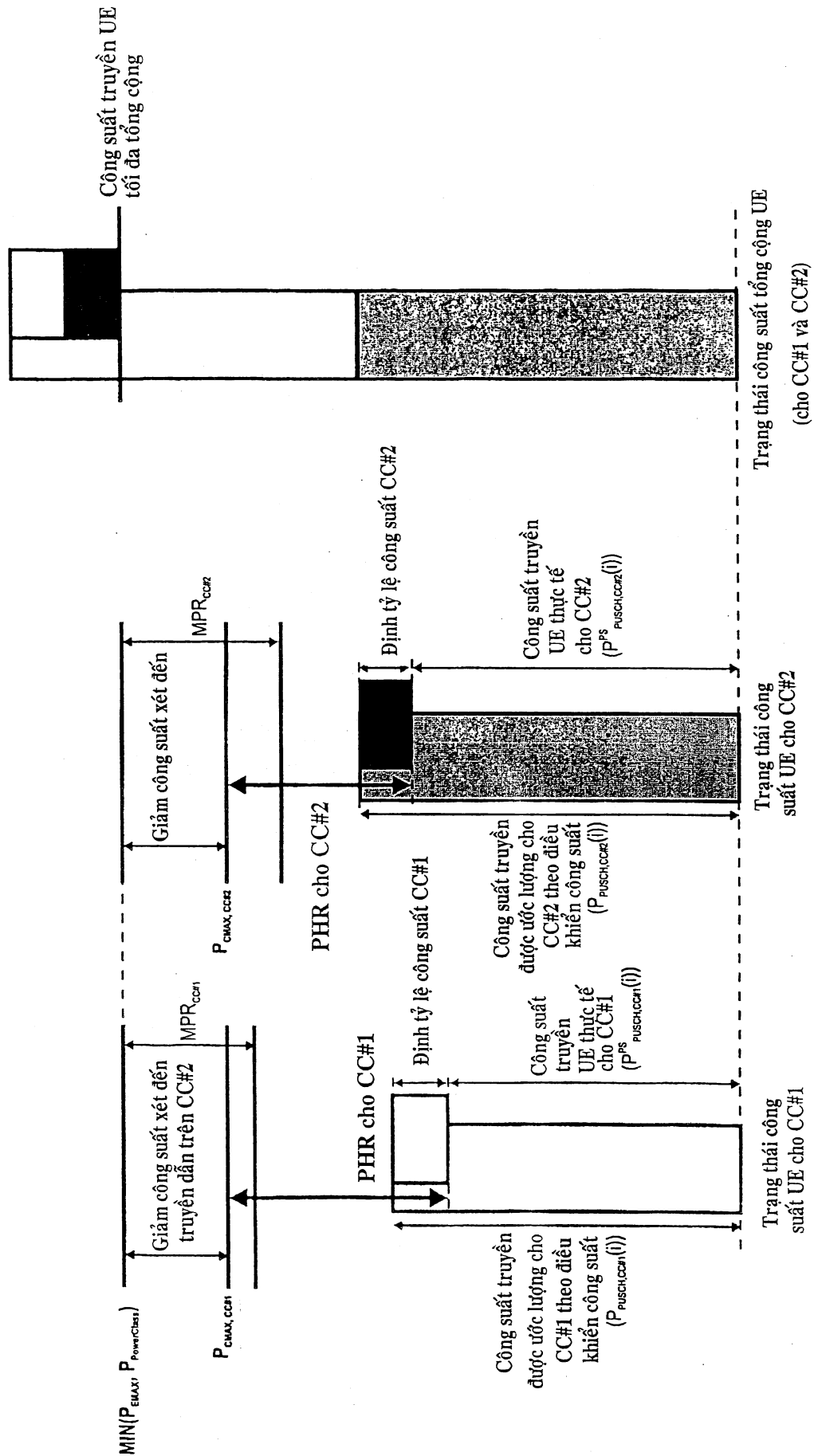


Fig. 27

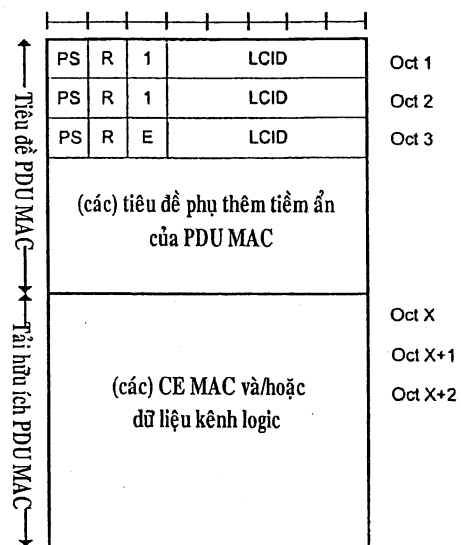


Fig. 29

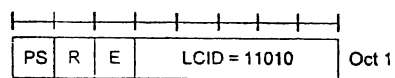


Fig. 30

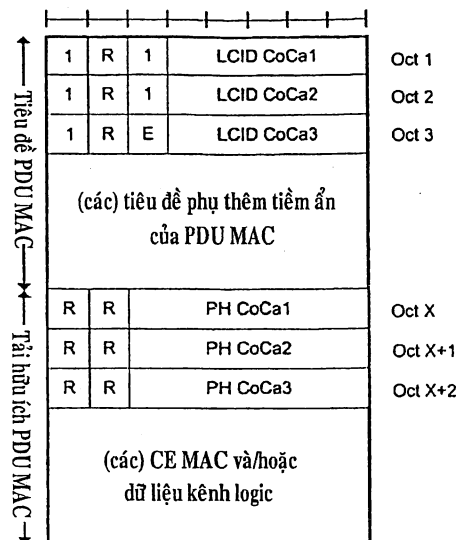


Fig. 31

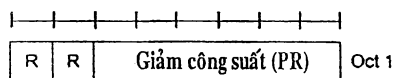


Fig. 32

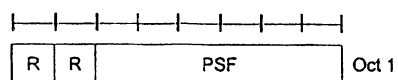


Fig. 33