



(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)



1-0042282

(51)⁷ H04L 1/00; H04L 5/00

(13) B

(21) 1-2019-05708

(22) 13/03/2018

(86) PCT/EP2018/056189 13/03/2018

(87) WO 2018/172136 27/09/2018

(30) EP17162655.9 23/03/2017 EP

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/12/2019 381A

(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN
FORSCHUNG E.V. (DE)

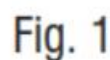
Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) WIRTH, Thomas (DE); SCHIERL, Thomas (DE); HELLGE, Cornelius (DE);
SEIDEL, Eiko (DE).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, MẠNG TRUYỀN THÔNG DI ĐỘNG VÀ PHƯƠNG
PHÁP TRUYỀN GÓI DỮ LIỆU

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị người dùng, mạng truyền thông di động và phương pháp truyền gói dữ liệu. Mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến gồm nhiều ô và được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng trong ô. Để nhận gói dữ liệu từ mạng truy cập vô tuyến, thiết bị người dùng được tạo cấu hình để nhận nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền bởi mạng truy cập vô tuyến tới thiết bị người dùng song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau. Để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến, thiết bị người dùng được tạo cấu hình để cung cấp nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các mạng truyền thông di động và, cụ thể hơn là đề cập đến việc truyền các gói dữ liệu đáng tin cậy trong số các thực thể khác nhau của mạng truy cập vô tuyến của mạng truyền thông di động, ví dụ, truyền thông gói dữ liệu đáng tin cậy giữa các trạm cơ sở và các thiết bị di động hoặc thiết bị người dùng (user equipment - UE) khác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Fig.1 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của ví dụ về mạng không dây gồm mạng lõi và mạng truy cập vô tuyến. Mạng truy cập vô tuyến có thể gồm nhiều trạm cơ sở, từng trạm phục vụ vùng cụ thể bao quanh trạm cơ sở được biểu diễn theo sơ đồ bởi các ô tương ứng. Các trạm cơ sở được cung cấp để phục vụ người dùng trong ô. Người dùng có thể là thiết bị cố định hoặc thiết bị di động. Hơn nữa, hệ thống truyền thông không dây có thể được truy cập bởi các thiết bị IoT (mạng kết nối vạn vật - Internet Of Things) mà nối với trạm cơ sở hoặc nối với người dùng. Các thiết bị IoT có thể gồm các thiết bị vật lý, các phương tiện, tòa nhà và các loại khác đã lắp đặt trong đó các thiết bị điện tử, phần mềm, cảm biến, bộ trợ động, hoặc tương tự cũng như kết nối mạng mà cho phép các thiết bị này thu thập và trao đổi dữ liệu trên cơ sở hạ tầng mạng hiện có. Fig.1 là hình minh họa chỉ năm ô, tuy nhiên, hệ thống truyền thông không dây có thể gồm nhiều hơn năm ô. Fig.1 là hai thiết bị người dùng UE1 và UE2, cũng được đề cập đến như thiết bị người dùng (UE), mà ở trong ô 1062 và được phục vụ bởi trạm cơ sở eNB2. Người dùng khác UE3 được thể hiện trong ô 1064 mà được phục vụ bởi trạm cơ sở eNB4. Các mũi tên biểu diễn dưới dạng sơ đồ các kết nối đường lên/đường xuống để truyền dữ liệu từ các người dùng đến các trạm cơ sở hoặc để truyền dữ liệu từ các trạm cơ sở đến các người dùng. Hơn nữa, Fig.1 thể hiện hai thiết bị IoT trong ô, mà có thể là thiết bị cố định hoặc thiết bị di động. Thiết bị IoT thứ nhất truy cập hệ thống truyền thông không dây thông qua trạm cơ sở để thu và phát dữ liệu như được biểu diễn dưới dạng sơ đồ bởi mũi tên thứ nhất. Thiết bị IoT thứ hai truy cập hệ thống mạng truyền thông không dây thông qua người dùng như được biểu diễn dưới dạng sơ đồ bởi mũi tên thứ hai. Trạm cơ sở tương ứng được nối với mạng lõi thông qua các

đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa (backhaul links), mà được biểu diễn dưới dạng sơ đồ trên Fig.1 bởi các mũi tên chỉ vào “lõi”. Mạng lõi có thể được nối với một hoặc nhiều mạng bên ngoài.

Hệ thống truyền thông không dây có thể là hệ thống đơn âm hoặc đa sóng mang bất kỳ dựa trên phép dồn kênh chia tần số, như hệ thống dồn kênh chia tần số trực giao (orthogonal frequency-division multiplexing - OFDM), hệ thống đa truy cập chia tần số trực giao (orthogonal frequency-division multiple access - OFDMA) được xác định bởi tiêu chuẩn LTE, hoặc tín hiệu dựa trên IFFT khác bất kỳ có hoặc không có CP, ví dụ, DFT-s-OFDM. Các dạng sóng khác, như các dạng sóng không trực giao cho việc đa truy cập, ví dụ, đa sóng mang giàn lọc (Filter-bank multicarrier - FBMC), dồn kênh chia tần số tổng quát (generalized frequency division multiplexing - GFDM) hoặc đa sóng mang lọc phổ dụng (universal filtered multi carrier - UPMC), có thể được sử dụng.

Để truyền dữ liệu, lưới tài nguyên vật lý có thể được sử dụng. Lưới tài nguyên vật lý có thể gồm tập hợp các phần tử tài nguyên mà các kênh vật lý hoặc các tín hiệu vật lý khác nhau có thể được ánh xạ. Ví dụ, các kênh vật lý có thể gồm kênh chia sẻ đường xuống và đường lên vật lý (PDSCH, PUSCH) mang dữ liệu người dùng cụ thể, cũng được đề cập đến như dữ liệu trọng tải đường xuống và đường lên, kênh phát rộng vật lý (physical broadcast channel - PBCH) mang, ví dụ, khối thông tin chính (master information block - MIB) và khối thông tin hệ thống (system information block - SIB), kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH) mang, ví dụ, thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI), v.v. Đối với đường lên, các kênh vật lý có thể còn bao gồm kênh truy cập ngẫu nhiên vật lý (physical random access channel - PRACH hoặc RACH) được sử dụng bởi các UE để truy cập mạng một khi UE được đồng bộ và thu được MIB và SIB. Các tín hiệu vật lý có thể bao gồm các tín hiệu chuẩn (reference signals - RS), tín hiệu đồng bộ và tương tự. Lưới tài nguyên có thể gồm khung có khoảng nhất định, như 10 mili giây (millisecond - ms), trong miền thời gian và có băng thông đã cho trong miền tần số. Khung có thể có số lượng khung con nhất định có độ dài được định trước, ví dụ, hai khung con với độ dài bằng 1 mili giây. Từng khung con có thể gồm hai khe gồm 6 hoặc 7 biểu tượng OFDM phụ thuộc vào độ dài tiền tố lặp (cyclic prefix - CP).

PDCCH có thể được xác định bởi số lượng các biểu tượng OFDM được định trước trên một khe. Ví dụ, các phần tử tài nguyên của ba biểu tượng thứ nhất có thể được ánh xạ đến PDCCH, tức là, kích thước của PDCCH bị giới hạn. Do đó, số lượng cũng giới hạn có bao nhiêu DCI có thể được mang trong một khung con. Điều này có thể giới hạn số lượng các UE mà có thể thu sự cấp phát cho khung con khi sử dụng phép lập lịch biểu động.

Trong mạng truyền thông không dây như được thể hiện trên Fig.1, mạng truy cập không dây có thể là mạng không đồng nhất gồm mạng của các ô sơ cấp, từng ô gồm trạm cơ sở sơ cấp, cũng được đề cập đến như trạm cơ sở macro. Hơn nữa, nhiều trạm cơ sở thứ cấp, cũng được đề cập đến như các trạm cơ sở ô nhỏ, có thể được cung cấp cho từng ô macro. Fig.2 là sự biểu diễn sơ đồ của ô, như ô 106₁ trên Fig.1, có hai mạng xếp chồng riêng biệt, các mạng gồm mạng ô macro chứa ô marco 106₁, và mạng ô nhỏ. Dù Fig.2 chỉ biểu diễn ô marco đơn nhưng lưu ý rằng một hoặc nhiều trong số các ô khác trên Fig.1 cũng có thể sử dụng mạng xếp chồng. Mạng ô nhỏ gồm nhiều trạm cơ sở ô nhỏ từng trạm vận hành trong vùng tương ứng, cũng đề cập đến như vùng phủ sóng của ô nhỏ. Các trạm cơ sở ô nhỏ có thể được điều khiển bởi trạm cơ sở ô marco mà các trạm cơ sở ô nhỏ tương ứng được nối thông qua các đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa. Thay vì kết nối các trạm cơ sở ô nhỏ thông qua các đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa với các trạm cơ sở ô marco, một hoặc nhiều trong số các trạm cơ sở ô nhỏ có thể được ghép với mạng lõi thông qua các đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa tương ứng. Fig.2 thể hiện thiết bị người dùng UE được phục vụ bởi trạm cơ sở ô marco như được biểu thị bởi mũi tên tương ứng và bởi trạm cơ sở ô nhỏ, như được biểu thị dưới dạng sơ đồ bởi mũi tên tương ứng.

Trong mạng truyền thông di động, ví dụ như mạng giống như được mô tả dựa vào Fig.1 và Fig.2, UE có thể truyền thông với mạng truy cập vô tuyến thông qua các nhiều liên kết truyền. Ví dụ, UE có thể hỗ trợ kết tập sóng mang (carrier aggregation - CA) mà cho phép bổ sung tính linh hoạt vào kết nối với UE trong sự cấp phát tài nguyên và cân bằng tải giữa nhiều sóng mang được sử dụng. CA có sự phân cấp phẳng gồm sóng mang thành phần sơ cấp và một số sóng mang thành phần thứ cấp. Các thành phần sóng mang sơ cấp và thứ cấp có thể được cung cấp bởi các thực thể giống

nhau hoặc khác nhau trong mạng truy cập vô tuyến, ví dụ bởi trạm cơ sở đơn cung cấp các sóng mang thành phần khác nhau hoặc bởi nhiều trạm cơ sở, tương tự trong kịch bản được mô tả dựa vào Fig.2.

Fig.3 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ cho kết tập sóng mang trong ô của hệ thống của Fig.1. Trong ô được bao hàm bởi trạm cơ sở eNB₁, UE₁ thứ nhất và UE₂ thứ hai có mặt, mà UE₁ thứ nhất hỗ trợ kết tập sóng mang, tức là, truyền thông với trạm cơ sở eNB₁ sử dụng sóng mang thành phần ô sơ cấp (primary cell - PC) và sóng mang thành phần ô thứ cấp (secondary cell - SC). Mặt khác, UE₂ thứ hai không hỗ trợ kết tập sóng mang và truyền thông với trạm cơ sở chỉ sử dụng sóng mang đơn C. Các sóng mang thành phần ô sơ cấp có thể được cung cấp, như được đề cập ở trên, bởi ô sơ cấp vận hành trong phổ được cấp phép và tác dụng như trạm cơ sở điển hình như trong trường hợp không CA. Các sóng mang thành phần thứ cấp có thể được cung cấp bởi một hoặc nhiều ô thứ cấp (xem Fig.2 ở trên) và có thể được bổ sung/loại bỏ như yêu cầu để giúp tăng cường khả năng trong ô. Hai hoặc nhiều sóng mang thành phần có thể được cung cấp, phụ thuộc vào tiêu chuẩn truyền thông được thực hiện bởi hệ thống truyền thông di động. Kết tập sóng mang sử dụng lại cấu trúc giao thức hiện thời sao cho không có biến đổi tới lớp điều khiển liên kết vô tuyến (radio link control - RLC) và tới lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergent protocol - PDCP) của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến. Để thực hiện kết tập sóng mang, chỉ các biến đổi của lớp vật lý và lớp kiểm soát truy cập phương tiện (Media Access Control – MAC) được cần tới. Lớp MAC hỗ trợ việc dồn kênh của nhiều sóng mang thành phần. Từng sóng mang thành phần có thể hoạt động độc lập, ví dụ thích ứng liên kết độc lập, thích ứng MIMO độc lập, truyền lại HARQ độc lập và tương tự có thể được cung cấp. Các sóng mang thành phần có thể hỗ trợ băng thông kênh được xác định bởi tiêu chuẩn truyền thông tương ứng được thực hiện trong hệ thống truyền thông, ví dụ trong LTE, băng thông có thể bằng 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz hoặc 20 MHz, và trong vô tuyến mới (New Radio - NR), băng thông cực tiểu để truy cập ban đầu cho phạm vi tần số lên tới 6 GHz có thể bằng 5 hoặc 10 MHz, đối với phạm vi tần số cao hơn từ 6 GHz đến 52,6 GHz, băng thông sóng mang cực tiểu có thể bằng 40 hoặc 80 MHz và phụ thuộc băng tần.

UE có thể truyền thông với RAN của mạng truyền thông sử dụng sự kết nối kép mà có thể gồm nhiều liên kết truyền. UE được kết nối đồng thời với hai vị trí trạm cơ sở độc lập và các trạm cơ sở tương ứng có thể triển khai các bộ lập lịch biểu độc lập mà cấp phát tài nguyên tới UE. Fig.4 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ để triển khai sự liên kết kép trong cấu hình mạng như được mô tả dựa vào Fig.2. Ô sơ cấp có trạm cơ sở sơ cấp được mô tả cũng như một trong số các trạm cơ sở thứ cấp có vùng phủ sóng. UE nằm trong vùng phủ sóng và truyền thông với các trạm cơ sở sơ cấp và thứ cấp, như được mô tả bởi các mũi tên tương ứng. Trạm cơ sở sơ cấp có thể truyền thông với UE sử dụng tần số thứ nhất, và trạm cơ sở thứ cấp có thể truyền thông với UE sử dụng tần số thứ hai. Ô nhỏ có thể được bật tắt động, để tăng trên mỗi thông lượng người dùng trong trường hợp tải ô không đều. Sự kết nối giữa UE và trạm cơ sở ô sơ cấp có thể được duy trì tất cả thời điểm để cung cấp cho mặt phẳng điều khiển, ví dụ để báo hiệu các thông báo điều khiển tới UE. Trạm cơ sở ô sơ cấp cũng được đề cập đến như trạm cơ sở sơ cấp hoặc trạm cơ sở marco. Các trạm cơ sở sơ cấp và thứ cấp được nối với từng trạm cơ sở khác bởi đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa mà có thể là giao diện giống X2.

Từng trạm cơ sở được mô tả trên Fig.4 có thể tự hoạt động sử dụng kết tập sóng mang như được mô tả ở trên dựa vào Fig.3 trên đỉnh của kết nối kép. Đường nối thứ nhất được đề cập đến như nhóm ô chính, trong khi (các) liên kết còn lại được đề cập đến như nhóm ô thứ cấp. Fig.5 biểu diễn dưới dạng sơ đồ sự tổ hợp của kết tập sóng mang với kết nối kép và, theo cùng cách như được mô tả ở trên dựa vào Fig.3, UE truyền thông với eNB chính sử dụng các sóng mang sơ cấp và sóng mang thứ cấp và cũng truyền thông với eNB thứ cấp bằng cách sử dụng các sóng mang sơ cấp và thứ cấp. Trong trường hợp có nhiều hơn hai liên kết, việc dẫn đến đa kết nối (khác với kết nối kép).

Các ví dụ khác để phục vụ UE bởi nhiều đường nối truyền có thể sử dụng nhiều trạm cơ sở bằng cách sử dụng các công nghệ truy cập vô tuyến (radio access technologies - RAT) khác nhau. Ví dụ, các trạm cơ sở hoạt động theo LTE và 5G/NR (vô tuyến mới) có thể được sử dụng để triển khai các trạm cơ sở tương ứng. Điều này cũng được đề cập đến như kết nối (kép) liên RAT hoặc nhiều RAT. Fig.6 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của các ví dụ để kết nối liên RAT bằng cách sử dụng các

trạm cơ sở LTE và các trạm cơ sở 5G/NR. Trên Fig.6(a) và Fig.6(b), các trạm cơ sở sơ cấp là các trạm cơ sở LTE và các trạm cơ sở thứ cấp là các trạm cơ sở 5G/NR. Trên Fig.6(a) mạng lõi được xác định bởi LTE, trong khi trên Fig.6(b) mạng lõi được xác định bởi 5G/NR. Trên Fig.6(c) kịch bản mạng được mô tả trong đó trạm cơ sở sơ cấp là trạm cơ sở 5G/NR được ghép với mạng lõi 5G/NR, và trạm cơ sở thứ cấp là trạm cơ sở LTE. Thay vì cung cấp một hoặc nhiều trạm cơ sở sử dụng các tiêu chuẩn truyền thông di động khác nhau, thay vào đó hoặc ngoài ra, các điểm truy cập khác có thể được tổ hợp, ví dụ, các điểm truy cập theo IEEE 802.11, IEEE 802.11p DSRC (Dedicated Short Range Communication - truyền thông tầm ngắn chuyên dụng) hoặc các kỹ thuật khác như các biến thể Bluetooth hoặc WiFi.

Trong kịch bản được mô tả ở trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.6, các gói dữ liệu sẽ được truyền thông giữa các thực thể tương ứng của mạng truy cập vô tuyến, như các trạm cơ sở và thiết bị người dùng di động, có thể gồm dữ liệu người dùng hoặc dữ liệu điều khiển. Tuy nhiên, việc truyền thông có thể không đủ đảm bảo cho các dịch vụ cụ thể, ví dụ do chất lượng kênh thay đổi giữa UE và trạm cơ sở. Thông thường, vấn đề này được giải quyết bằng cách triển khai quá trình truyền lại, như quy trình yêu cầu lặp tự động lai (HARQ - hybrid automatic repeat request), sao cho một hoặc nhiều thực thể trong truyền thông mà tại đó gói dữ liệu không được nhận hoặc được giải mã thành công, ví dụ, do chất lượng kênh thay đổi, có thể yêu cầu truyền lại. Thực thể truyền hoặc gửi có thể cung cấp sự truyền lại gói dữ liệu, một khi thông báo HARQ được hoàn thành. Điều này cho phép truyền đảm bảo gói dữ liệu, nhưng cần thời gian bổ sung để truyền. Hơn nữa, số lần truyền lại thường bị giới hạn, ví dụ trong LTE, có tám quy trình HARQ không đồng bộ cho đường xuống (DL - downlink) FDD. Điều này giới hạn hiệu suất về mặt độ đảm bảo và thời gian chờ thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bắt đầu từ tình trạng kỹ thuật, mục đích của sáng chế là cung cấp phương pháp cải thiện để truyền gói dữ liệu trong các thực thể của mạng truy cập vô tuyến của mạng truyền thông di động cho phép truyền đảm bảo gói dữ liệu trong khi tránh hoặc ít nhất là giảm độ trễ truyền.

Mục đích của sáng chế đạt được nhờ đối tượng như được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Theo sáng chế, thiết bị người dùng cho mạng truyền thông di động được cung cấp. Mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến gồm nhiều ô và được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng trong ô. Theo các phương án của sáng chế, để nhận gói dữ liệu từ mạng truy cập vô tuyến, thiết bị người dùng được tạo cấu hình để nhận nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền bởi mạng truy cập vô tuyến tới thiết bị người dùng song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau. Theo các phương án khác, để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến, thiết bị người dùng được tạo cấu hình để cung cấp nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể gồm một hoặc nhiều trong số (i) gói dữ liệu, hoặc (ii) một hoặc nhiều phiên bản dự phòng nhất định của gói dữ liệu, hoặc (iii) một hoặc nhiều mã hiệu chỉnh xóa cho gói dữ liệu, hoặc (iv) một hoặc nhiều bản sao của gói dữ liệu, hoặc (v) tổ hợp của các thành phần bất kỳ từ (i) đến (v). Một hoặc nhiều phiên bản dự phòng nhất định có thể cung cấp cho phần dự phòng gia tăng ở bộ thu. Theo các phương án, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể thu được bằng cách cung cấp:

- mã hiệu chỉnh lỗi, ví dụ phiên bản dự phòng của mã lớp vật lý được thực thi,
- bản sao
- mã hiệu chỉnh xóa như Raptor, LDPC, LT, hoặc các mã mạng được triển khai trên các lớp cao hơn lớp vật lý.

Theo các phương án, việc truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau song song có thể gồm một hoặc nhiều trong số:

- truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp, hoặc
- truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau về cơ bản cùng lúc, hoặc
- truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau trong cửa sổ thời gian được định trước, hoặc

- truyền phiên bản gói dữ liệu thứ nhất và tự động truyền phiên bản gói dữ liệu thứ hai khi truyền phiên bản thứ nhất, hoặc

truyền phiên bản gói dữ liệu thứ nhất và truyền phiên bản gói dữ liệu thứ hai độc lập theo yêu cầu bất kỳ từ bộ thu sau khi truyền phiên bản thứ nhất.

Việc truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp có thể bao gồm truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp thời gian, và/hoặc truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau cùng với thông tin điều khiển xác định nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau. Thông tin điều khiển có thể gồm số chuỗi hoặc đồng nhất thức gán cho từng phiên bản trong số nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau. Việc truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp có thể bao gồm việc gửi nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên vật lý khác nhau ở thời gian nhất định hoặc trong cửa sổ thời gian nhất định.

Theo các phương án của sáng chế, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền thông qua các đường truyền riêng rẽ hoặc các tài nguyên vật lý riêng rẽ giữa RAN và UE. Các phép truyền tương ứng có thể được bắt đầu khi quyết định rằng gói dữ liệu sẽ được truyền, tức là, thay vì đợi cho yêu cầu truyền lại trong trường hợp truyền thất bại gói dữ liệu theo sáng chế, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền ở cùng thời điểm hoặc về cơ bản là đồng thời thông qua các tài nguyên vật lý giữa UE và RAN. Các phiên bản gói dữ liệu khác nhau là khả dụng ở bộ thu ở thời gian nhất định hoặc trong cửa sổ thời gian mà dữ liệu được kỳ vọng. Lợi ích của phương pháp này là ở chỗ quá trình truyền lại có thể không cần thiết hoặc số lần truyền lại có thể được giảm đáng kể. Phương pháp theo sáng chế cho phép gói dữ liệu được truyền đảm bảo mà không tăng theo thời gian đến khi gói dữ liệu thực sự khả dụng ở bộ thu để xử lý thêm.

Theo các phương án của sáng chế, việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể sử dụng nhiều hơn hai đường truyền riêng rẽ hoặc nhiều hơn hai tài nguyên vật lý riêng rẽ.

Theo các phương án, phương pháp của sáng chế có thể cung cấp cho sự phân tập thời gian, phân tập tần số hoặc không gian bằng cách cung cấp các phép truyền của

các phiên bản gói dữ liệu khác nhau qua nhiều tín hiệu hoặc đối với phân tập thời gian bằng cách tạo chùm nhiều đơn vị thời gian, ví dụ các khe hoặc các khung con. Khác với các phương pháp thông thường, mà cung cấp để truyền đảm bảo trên cơ sở các quá trình truyền lại, như HARQ, phương pháp của sáng chế ngăn ngừa thời gian chờ được đưa vào bởi các sơ đồ truyền lại này. Theo các phương án khác, sự phân tập không gian có thể được cung cấp bằng cách truyền các gói thông qua các chùm khác nhau sử dụng các ăngten khác nhau hoặc các vị trí trạm cơ sở khác nhau. Việc sử dụng các vị trí trạm cơ sở khác nhau có thể cung cấp sự phân tập không gian lớn nhất. Ngoài ra, phân tập tần số có thể đạt được bằng cách truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các sóng mang khác nhau trong miền tần số.

Theo các phương án, các dịch vụ truyền thông thời gian chờ thấp có độ tin cậy cực cao (ultra-reliable low latency communication - URLLC) có thể khởi động phép truyền gói dữ liệu theo phương pháp của sáng chế khi, đối với các dịch vụ này, việc truyền đảm bảo là tối cao cũng như thời gian chờ thấp. Dịch vụ URLLC có thể được sử dụng cho truyền thông phương tiện tới phương tiện (V2V - vehicle-to-vehicle) hoặc truyền thông phương tiện tới mạng (V2N - vehicle-to-network). Các dịch vụ như vậy có thể yêu cầu thời gian chờ liên kết vô tuyến đầu cuối với đầu cuối 1 miligiây và độ tin cậy tối thiểu được đảm bảo bằng 99,999%. Các yêu cầu chất lượng dịch vụ (quality of service - QoS) đạt được theo các phương án của sáng chế bằng cách truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến bộ thu, như UE trong kết nối đường xuống hoặc trạm cơ sở trong kết nối đường lên của mạng truyền thông di động.

Phương pháp theo sáng chế cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến bộ thu cũng được đề cập đến như quy trình dự phòng/sao chép gói, hoặc đơn giản là việc dự phòng/sao chép gói.

Theo phương pháp dự phòng/sao chép gói của sáng chế, hiệu suất dịch vụ yêu cầu truyền gói dữ liệu đáng tin cậy mà không tăng thời gian chờ, như các dịch vụ URLLC, có thể được cải thiện. Việc xử lý các gói dữ liệu có thể được tạo cấu hình trong các lớp nhất định của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến, ví dụ trong lớp PDCP khi sử dụng kết nối kép hoặc đa kết nối, hoặc trong lớp MAC khi thực hiện sự kết tập sóng mang. Do đó, theo các phương án, việc dự phòng/sao chép gói được thực hiện ở lớp PDCP hoặc MAC của cấu trúc giao thức RAN để tăng phần dự phòng trong

hệ thống truyền thông mà cho phép tăng độ chắc chắn của hệ thống truyền thông khi giảm thời gian chờ. Điều này có thể cho phép, ví dụ, thời gian chờ cực thấp bằng 1 mili giây hoặc nhỏ hơn ở mức gói, trong đó cả việc tăng độ chắc chắn và giảm thời gian chờ có thể được khởi động tương ứng với các yêu cầu hệ thống hoặc đối với chỉ số đánh giá hiệu suất quan trọng cho dịch vụ nhất định có các ràng buộc truyền thông thời thấp có độ tin cậy cực cao (ultra-reliable low latency communication - URLLC).

Theo các phương án, "gói được sao chép" có thể gồm gói chứa thông tin dự phòng nhưng có kích thước gói nhỏ hơn hoặc lớn hơn gói gốc. Theo các phương án khác nữa, gói được sao chép có thể là bản sao chính xác của gói tương tự với nội dung giống hệt và sử dụng sơ đồ mã hóa giống hoặc khác, hoặc gói có kích thước giống hoặc khác gói gốc chứa thông tin dự phòng so với gói ban đầu.

Theo các phương án, việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được vận hành theo hướng đường xuống, theo hướng đường lên hoặc cả hai hướng. Các phương án nữa liên quan đến việc dự phòng/sao chép gói theo hướng đường nối phụ, ví dụ, vị trí mà đường nối phụ đề cập đến liên kết truyền thông giữa hai thiết bị người dùng (UE). Hơn nữa, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được áp dụng trong cả FDD và TDD cũng như trong các hệ thống song công toàn phần hoặc bán song công. Ví dụ, ngoài các tổ hợp là chắc chắn, mà trạm cơ sở hoạt động theo chế độ song công toàn phần và UE truyền thông theo chế độ bán song công.

Theo các phương án, việc báo hiệu điều khiển theo hướng đường lên có thể được biến đổi, vì cấu hình đường lên sẽ được thực hiện ở vị trí bộ phát, ví dụ tại trạm cơ sở, và sẽ được báo hiệu từ trạm cơ sở theo hướng đường xuống.

Theo các phương án, UE có thể tự quyết định liệu các phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có được áp dụng hay không, bằng cách đó tránh phí tổn báo hiệu (signaling overhead).

Theo các phương án, kênh điều khiển chung định trước được cung cấp, ví dụ kênh điều khiển đơn cho cấu hình nhiều đường nối ở mức MCS, hoặc kênh điều khiển đơn cho cấu hình đường nối chung sử dụng cùng mức MCS, hoặc kênh điều khiển đơn sử dụng mẫu cấu hình xác định các tham số cấu hình cụ thể phụ thuộc vào các đặc tính tần số sẽ được sử dụng. Ngoài ra, tập hợp các kênh điều khiển có thể được sử dụng.

Theo các phương án, cấu hình có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng giao thức điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) mà, ví dụ, có thể cho biết số lượng các phiên bản gói dữ liệu khác nhau sẽ được cung cấp, số lần gói sẽ được sao chép hoặc có bao nhiêu phiên bản gói dữ liệu dự phòng sẽ được cung cấp, có thể cho biết số lượng liên kết truyền sẽ được sử dụng, có thể cho biết liệu việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có được cho phép hay không trên mỗi phần tử mang hoặc trên mỗi kênh logic, có thể cho biết tần số sóng mang nào sẽ được sử dụng, và/hoặc có thể cho biết liệu kết tập sóng mang và/hoặc kết nối kép hoặc đa kết nối (nội-RAT hoặc liên-RAT hoặc nhiều-RAT) có được áp dụng hay không.

Theo các phương án, cấu hình có thể được báo hiệu bằng cách sử dụng thông báo thông tin điều khiển đường xuống (downlink control information - DCI) mà có thể được truyền qua PDCCH hoặc PUCCH và có thể báo hiệu các tài nguyên tần số được sử dụng, mức MCS, mã hóa kênh và tương tự cho việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau.

Theo các phương án, cấu hình có thể được báo hiệu trên thiết lập phần tử mang QoS hoặc bởi hệ thống vận hành và bảo trì (O&M - operations and maintenance) của mạng để xác định phần tử mang dịch vụ dự phòng/sao chép gói mới trong đường xuống/đường lên, chỉ trong đường xuống hoặc chỉ trong đường lên.

Theo phương pháp dự phòng/sao chép gói của sáng chế, việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau qua các tài nguyên vật lý khác nhau và riêng rẽ được phối hợp kịp thời. Việc dự phòng/sao chép gói có thể được tạo cửa sổ theo thời gian để thích ứng với các ràng buộc định thời khác nhau, như định khoảng sóng mang con (SCS) khác nhau, kết hợp với một số liên kết truyền được phân bổ. Cửa sổ định thời cho dịch vụ có thể được báo hiệu, ví dụ đồng bộ hóa. Theo các phương án khác, một hoặc nhiều sơ đồ phân tập thời gian, như dao động theo thời gian, có thể được báo hiệu.

Theo các phương án, việc xử lý HARQ mới có thể được áp dụng trong trường hợp, bất kể phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, gói dữ liệu không được nhận hoặc không giải mã được ở bộ thu. Quy trình HARQ có thể được thực hiện chỉ trên sóng mang được định trước sơ cấp hoặc sóng mang được định trước khác hoặc có

thể được thực hiện đối với dòng của gói mà đã được giải mã nhanh hơn. Quy trình HARQ cũng có thể được áp dụng trên tất cả các liên kết vật lý song song để đạt được độ chắc chắn cực đại. Theo phương án nữa, quy trình truyền lại HARQ, nếu cần, có thể được thực hiện sao cho, khi xem xét các phiên bản gói dữ liệu được truyền ban đầu, không có phiên bản nào tương tự của nó được truyền lại. Hơn nữa, các phiên bản dự phòng khác có thể được truyền trong quá trình truyền lại, ví dụ để thực hiện quy trình HARQ dự phòng gia tăng. Theo các phương án khác, quy trình HARQ kết hợp theo dõi có thể được áp dụng để gây ra sự truyền lại của cùng thông tin/thông tin gốc. Ngoài ra, tổ hợp bất kỳ của tổ hợp theo dõi và phần dự phòng gia tăng có thể được cho phép, ví dụ tổ hợp theo dõi qua nhiều liên kết thông qua bản sao và phần dự phòng gia tăng trong miền thời gian thông qua sự truyền phần dự phòng gói song song.

Nói chung, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế đề cập đến các gói dữ liệu mà có thể gồm dữ liệu người dùng hoặc dữ liệu điều khiển. Do đó, theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện trên các kênh logic khác nhau, ví dụ trên kênh điều khiển hoặc trên kênh dữ liệu, trên kênh báo hiệu RRC hoặc trên các tổ hợp của chúng.

Theo các phương án, việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể có thể có tác dụng đòn bẩy cho tất cả các loại kỹ thuật phân tập hiện thời, như phân tập tần số, phân tập (chùm) không gian, phân tập mã như trong các hệ thống dựa trên CDMA hoặc MUST hoặc trong các mạng hỗ trợ các sơ đồ truyền không trực giao như truyền chồng chất nhiều người dùng (multiuser superposition transmission - MUST), tổ hợp vị trí (địa điểm khác nhau của các trạm cơ sở) và phân tập tần số, phân tập thời gian hoặc các tổ hợp của chúng.

Theo các phương án được ưu tiên, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện sử dụng kết tập sóng mang gồm dự phòng/sao chép gói trên mức MAC của ngăn giao thức RAN. Theo các phương án khác, kết nối kép có thể được thực hiện với việc dự phòng/sao chép gói trên lớp PDCP hoặc trên cả lớp PDCP và lớp MAC nếu một hoặc nhiều trong số các trạm cơ sở cũng áp dụng kết tập sóng mang. Kết nối kép có thể gồm các thực thể sử dụng cùng kỹ thuật truy cập vô tuyến mà được đề cập đến như kết nối RAT đơn, ví dụ, chỉ các thực thể LTE, chỉ các thực thể 5G/NR hoặc tương tự. Theo các phương án, các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác

nhau có thể được sử dụng cho các thực thể khác nhau mà được đề cập đến như tổ hợp kết nối nhiều RAT, ví dụ, các thực thể theo 5G/NR và LTE hoặc tổ hợp bất kỳ của các tiêu chuẩn đã biết và các tiêu chuẩn trong tương lai.

Theo các phương án khác, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng mạng đơn tần phát rộng (MBSFN - multi-broadcast single frequency network), trong đó việc dự phòng/sao chép gói được thực hiện trên lớp MAC.

Theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách chuyển tiếp, ví dụ, bằng cách cung cấp liên kết thứ nhất thông qua trạm cơ sở hoặc trạm cơ sở ô nhỏ, và liên kết thứ hai thông qua chế độ chuyển tiếp, ví dụ UE hoặc trạm chuyển tiếp nữa mà có tổn hao đường dẫn thấp hơn cho UE mục tiêu. UE mục tiêu có thể là, ví dụ, thiết bị IoT hoặc thiết bị có thể mang được. Trong phương pháp chuyển tiếp, việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế được thực hiện trong lớp vật lý, lớp MAC hoặc lớp PDCP. UE mà tạo thành chế độ chuyển tiếp có thể hoạt động theo việc truyền thông thiết bị tới thiết bị được tăng cường (FeD2D) khác nữa.

Theo các phương án khác, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng liên kết phụ mà trên đó UE thứ nhất chuyển tiếp dữ liệu trực tiếp sử dụng các liên kết truyền được sao chép trên một số băng tần hoặc chùm tới UE, UE đích khác, mà nằm trong vùng phủ sóng của UE.

Theo các phương án khác, chế độ tự quản UE có thể được cung cấp, trong đó UE quyết định liệu phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sẽ được sử dụng hay không, tốt hơn là dựa trên các điều kiện được báo hiệu bởi trạm cơ sở.

Các khía cạnh khác của sáng chế cung cấp mạng truyền thông di động gồm mạng truy cập vô tuyến (radio access network - RAN) có nhiều ô, mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (user equipment - UE) trong ô. Theo các phương án, để cung cấp gói dữ liệu đến thiết bị người dùng (UE), mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để cung cấp nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau. Theo các phương án

khác, để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến (RAN), thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để cung cấp nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các khía cạnh khác nữa của sáng chế cung cấp phương pháp bao gồm bước nhận gói dữ liệu tại thiết bị người dùng (UE) cho mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm nhiều ô và được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, trong đó bước nhận gói dữ liệu từ mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm nhận nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền bởi mạng truy cập vô tuyến (RAN) tới thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các khía cạnh khác nữa của sáng chế cung cấp phương pháp bao gồm bước truyền gói dữ liệu bởi thiết bị người dùng (UE) cho mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm nhiều ô và được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, trong đó bước truyền gói dữ liệu tới mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm cung cấp nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau và truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau tới mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các khía cạnh khác nữa của sáng chế cung cấp phương pháp truyền gói dữ liệu trong mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm nhiều ô và phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, phương pháp bao gồm cung cấp, bởi mạng truy cập vô tuyến (RAN), nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau tới thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các khía cạnh khác nữa của sáng chế cung cấp phương pháp truyền gói dữ liệu trong mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm nhiều ô và phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, phương pháp bao gồm cung cấp, bởi thiết bị người dùng (UE), nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và truyền nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau tới mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Các khía cạnh khác nữa của sáng chế cung cấp sản phẩm chương trình máy tính không tạm thời bao gồm vật ghi có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được chạy trên máy tính, thực hiện các phương pháp theo sáng chế.

Các phương án nêu trên và các phương án khác nữa được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn với sự tham khảo các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của ví dụ về mạng không dây gồm mạng lõi và mạng truy cập vô tuyến;

Fig.2 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của ô, như ô như trên Fig.1, có hai mạng xếp chồng riêng biệt, cụ thể là mạng ô macro chứa ô marco, và mạng ô nhỏ;

Fig.3 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ cho kết tập sóng mang trong ô của hệ thống của Fig.1;

Fig.4 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ để triển khai sự kết nối kép trong cấu hình mạng như được mô tả dựa vào Fig.2;

Fig.5 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ tổ hợp của kết tập sóng mang với kết nối kép;

Fig.6 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của các ví dụ để kết nối liên RAT bằng cách sử dụng các trạm cơ sở LTE và các trạm cơ sở 5G/NR;

Fig.7 biểu diễn các phương án để vận hành ngăn giao thức theo phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế;

Fig.8 thể hiện ví dụ đối với dự phòng/sao chép gói với sự phân tập tần số, mà trạm cơ sở eNB phục vụ UE theo hướng đường xuống thông qua hai liên kết truyền TX1 và TX2 vận hành tại các tần số f_1 , f_2 ;

Fig.9 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phương án mà việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế đạt được bằng cách sử dụng sự phân tập chùm;

Fig.10 thể hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế được thực hiện bởi sự phân tập vị trí và phân tập tần số;

Fig.11 thể hiện phương án cho MAC CE để kích hoạt/khử kích hoạt các tài nguyên vật lý cho việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế;

Fig.12 thể hiện phương án thứ nhất của trường chỉ báo dự phòng/sao chép gói so với trường chỉ báo sóng mang thông thường;

Fig.13 thể hiện phương án khác của chỉ báo dự phòng/sao chép gói của sáng chế so với trường chỉ báo sóng mang thông thường;

Fig.14 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của thông tin điều khiển và dữ liệu được truyền tới bộ thu thông qua hai liên kết truyền.

Fig.15 thể hiện hai sóng mang gồm, trong khối tài nguyên, như khe nhỏ, khe hoặc khung con, PDCCH và PDSCH mang thông tin điều khiển tương ứng và dữ liệu được đề cập đến ở trên trên Fig.14;

Fig.16 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của việc tổ hợp thông tin điều khiển được nhận thông qua hai liên kết, và sử dụng thông tin điều khiển được tổ hợp để giải mã dữ liệu 2 được nhận thông qua hai liên kết;

Fig.17 thể hiện phương án mà trong đó thông tin điều khiển được nhận chỉ trên một trong số các liên kết;

Fig.18(a) thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của các phương án bằng cách chỉ sử dụng PDCCH đơn;

Fig.18(b) thể hiện phương án sử dụng bản sao gói trong kịch bản tần số (numerology) được trộn với 15 kHz trên băng tần thấp, và 120 kHz trên băng tần cao;

Fig.19(a) thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của việc thực hiện C-RAN (Cloud RAN) gồm bộ phân trung tâm điều khiển nhiều bộ phận phân phối để thực hiện phương pháp của sáng chế;

Fig.19(b) thể hiện cách bố trí ô C-RAN cho sự cùng hiện hữu của NR và LTE theo các phương án của sáng chế;

Fig.19(c) thể hiện các ví dụ cho việc phân chia chức năng giữa bộ phận trung tâm (central unit - CU) và bộ phận phân phối (distributed unit - DU) trong cách bố trí ô C-RAN;

Fig.20 thể hiện chuỗi xử lý lớp vật lý, trong đó Fig.20(a) thể hiện chuỗi xử lý đơn sẽ được thực hiện song song đối với từng phép truyền dữ liệu, và Fig.20(b) thể hiện chuỗi xử lý đơn sẽ được thực hiện cho chuỗi xử lý được chia sẻ cho nhiều phép truyền dữ liệu theo các phương án của sáng chế;

Fig.21 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phép truyền đường lên được dịch chuyển thời gian trên nhiều tần số (phân tập tần số) và từ nhiều vị trí;

Fig.22 thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết tập sóng mang;

Fig.23 thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép;

Fig.24(a) thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép trong đó phương pháp theo sáng chế được thực hiện bằng cách mã hóa mạng được báo hiệu ở lớp MAC;

Fig.24(b) thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép trong đó phương pháp theo sáng chế được thực hiện bằng cách mã hóa mạng ở lớp PDCP;

Fig.25 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phương án, giống với Fig.23, sử dụng kết nối liên RAT, trong đó Fig.25(a) thể hiện phương án mà trong đó phần tử mạng thứ nhất là trạm cơ sở chính LTE và phần tử mạng thứ hai là trạm cơ sở thứ cấp 5G/NR, và trong đó Fig.25(b) thể hiện phương án mà trong đó phần tử mạng thứ nhất là trạm cơ sở chính 5G/NR và phần tử mạng thứ hai là trạm cơ sở thứ cấp LTE;

Fig.26 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phương án, giống với trên Fig.25, sử dụng kết nối liên RAT, thể hiện trên Fig.26(a) và Fig.26(b), các trạm cơ sở thứ cấp tương ứng gồm phần tử mạng phân chia để cung cấp trạm cơ sở chính với dữ liệu để truyền song song;

Fig.27 thể hiện sơ đồ của phương án theo sáng chế để truyền gói và các phiên bản dự phòng của nó sử dụng MBSFN;

Fig.28 thể hiện sơ đồ của phương án theo sáng chế sử dụng việc chuyển tiếp FeD2D để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế;

Fig.29 thể hiện dưới dạng sơ đồ việc truyền giữa hai UE, trong đó Fig.29(a) thể hiện rằng việc truyền giữa hai UE được điều khiển bởi bộ lập lịch biểu trạm cơ sở, và Fig.29(b) thể hiện rằng việc truyền giữa hai UE được tự điều khiển bởi UE;

Fig.30 thể hiện dưới dạng sơ đồ phương án của sáng chế để thực hiện việc truyền dự phòng/sao chép gói trực tiếp giữa hai UE, trong đó Fig.30(a) thể hiện rằng việc truyền giữa hai UE được điều khiển bởi bộ lập lịch biểu trạm cơ sở, và Fig.30(b) thể hiện rằng việc truyền giữa hai UE được tự điều khiển bởi UE; và

Fig.31 minh họa ví dụ của hệ thống máy tính mà trên đó các đơn vị hoặc môđun cũng như các bước của các phương pháp được mô tả theo phương pháp của sáng chế có thể thực hiện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong phần sau đây, các phương án ưu tiên của sáng chế được mô tả chi tiết hơn dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó các phần tử có chức năng giống nhau hoặc tương tự nhau được tham chiếu bởi các kí hiệu chuẩn giống nhau. Phương pháp dự phòng/sao chép gói của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dựa vào nhiều phương án. Nói chung, trong phần mô tả sau đây, tham chiếu đến việc truyền hai hoặc ba phiên bản gói dữ liệu trên các tài nguyên vật lý tương ứng khác nhau, tuy nhiên, nguyên tắc cơ bản của sáng chế có thể được mở rộng tới số lượng tài nguyên vật lý bất kỳ.

Dự phòng/sao chép gói

Theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói được thực hiện sử dụng các tài nguyên vật lý khác nhau bằng cách cộng phân tập theo tần số, thời gian và không gian, bằng cách đó cung cấp độ tin cậy tăng trong khi giữ thời gian chờ thấp. Việc dự phòng/sao chép gói thực tế có thể được thực hiện tại lớp MAC và/hoặc tại lớp PDCP phụ thuộc vào kịch bản triển khai, ví dụ phụ thuộc vào việc liệu kết tập sóng mang vị trí đơn hay kết nối kép đa vị trí được áp dụng.

Trong trường hợp dự phòng/sao chép tại lớp PDCP, có thể có nhiều thực thể của lớp RLC, lớp MAC và lớp PHY. Trong trường hợp thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế tại lớp MAC, có thể có nhiều thực thể PHY. Tại lớp PDCP và/hoặc lớp MAC, có thể có chức năng quyết định về việc cho phép phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Lớp RRC có thể tạo cấu hình tất cả các lớp của ngăn giao thức. Tại vị trí trạm cơ sở, lớp RRC có thể tạo cấu hình lớp thấp hơn trực tiếp, và đối với kết tập UE, lớp RRC trạm cơ sở có thể gửi thông báo tạo cấu hình lại RRC để thông báo cho lớp UE RRC. Cấu hình có thể là cấu hình tĩnh cho phần tử mang vô tuyến dữ liệu nhất định để áp dụng việc dự phòng/sao chép gói cho tất cả các gói được nhận, ví dụ, cho dịch vụ nhất định. Theo các phương án khác, ứng dụng thích ứng có thể được áp dụng sao cho sẽ có các quyết định phương pháp dự phòng/sao chép gói thực hiện trong lớp và chức năng này có thể bật/tắt phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế hoặc có thể quyết định về số lượng và chi tiết của các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế.

Một khi quyết định đã được thực hiện và việc truyền đang xảy ra, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được gửi thông qua nhiều liên kết, ví dụ, gói dữ liệu thực tế có thể được gửi qua liên kết truyền thứ nhất, và một hoặc nhiều phiên bản dự phòng của nó hoặc một hoặc nhiều bản sao của gói dữ liệu có thể được gửi qua một hoặc nhiều liên kết truyền khác. Theo các phương án khác, các phiên bản gói dữ liệu dự phòng khác nhau có thể được gửi qua liên kết truyền thứ nhất và một hoặc nhiều liên kết truyền tương lai. Để phối hợp việc truyền thông qua nhiều liên kết kịp thời, thông tin phụ tương ứng, cũng được đề cập đến như thông tin điều khiển được phối hợp hoặc thông tin gốc, được chuyển đến lớp dưới. Thông tin phụ có thể tác động đến việc truyền dữ liệu trên kênh được chia sẻ. Thông tin phụ có thể được truyền trên kênh điều khiển, như kênh điều khiển PDCCH/PUCCH.

Các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể được gửi trong cửa sổ thời gian nhất định, với cùng thông tin lập điều khiển lập lịch biểu và tương tự. Cửa sổ thời gian có thể được báo hiệu rõ ràng, ví dụ một hoặc nhiều khe nhỏ, khe hoặc khung con có thể được báo hiệu, hoặc có thể được suy ra rõ ràng, ví dụ trên cơ sở thời gian lập lịch biểu cục đại, bộ định thời xóa, bộ định thời gian để truyền. Khe có thể được xác định bởi nhóm các biểu tượng OFDM, ví dụ 7 hoặc 14 biểu tượng OFDM cho cùng khoảng

cách sóng mang con, ví dụ 15 kHz trong LTE và lên tới 60 kHz trong vô tuyến mới (New Radio - NR). Kết tập khe có thể được hỗ trợ, tức là truyền dữ liệu có thể được lập lịch biểu để mở rộng một hoặc nhiều khe. LTE hỗ trợ độ dài khe ngắn hơn cho URLLC thông qua khoảng thời gian truyền ngắn (short transmission time intervals - sTTI), và NR hỗ trợ dịch vụ URLLC thông qua các khe nhỏ. Đối với các khe nhỏ cho các hệ thống với tần số sóng mang lớn hơn 6 GHz, các khe nhỏ với độ dài bằng 1 biểu tượng OFDM được hỗ trợ. Đối với tất cả các hệ thống khác, độ dài từ 2 độ dài khe - 1 có thể được hỗ trợ, ví dụ đối với URLLC ít nhất 2 biểu tượng OFDM được hỗ trợ với độ dài khe mục tiêu bằng ít nhất 0,5 mili giây hoặc 1 mili giây. Lớp MAC có thể chỉ ra việc dự phòng/sao chép gói và/hoặc thông tin điều khiển được phối hợp tới lớp vật lý bởi thông tin điều khiển, bằng cách đó cho phép lớp vật lý tới quá trình xử lý tương tự tại vị trí bộ phát và vị trí bộ thu.

Fig.7 biểu diễn các khả năng được tổng hợp ở trên để vận hành ngăn giao thức theo phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Ngăn giao thức gồm lớp PDCP, lớp RLC, lớp MAC và lớp PHY. Các lớp tương ứng có thể được tạo cấu hình bởi các lớp cao hơn, ví dụ, theo thông báo cấu hình RRC, và các gói dữ liệu sẽ được truyền được nhận tại ngăn giao thức và được chuyển từ lớp PDCP đến lớp PHY. Quyết định dự phòng/sao chép có thể diễn ra tại lớp PDCP trong trường hợp thực hiện kết nối kép, tại lớp MAC trong trường hợp thực hiện kết tập sóng mang và tại cả lớp PDCP và lớp MAC khi thực hiện kết nối kép kết hợp với kết tập sóng mang. Như được biểu thị trên Fig.7, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền thông qua kênh dữ liệu được chia sẻ, ví dụ, PDSCH, trong khi thông tin điều khiển, ví dụ dưới dạng ban đầu, được truyền thông qua kênh điều khiển được chia sẻ, như PDCCH.

Theo sáng chế, các tài nguyên vật lý khác nhau có thể viện dẫn đến một hoặc nhiều trong số:

- các tài nguyên tần số khác nhau, hoặc
- các khối tài nguyên vật lý khác nhau (physical resource blocks - PRBs) trên các sóng mang khác nhau (kết tập sóng mang), hoặc
- các khối tài nguyên vật lý khác nhau (PRB) trên các liên kết vật lý khác nhau (kết nối kép), hoặc

- các khối tài nguyên vật lý khác nhau (PRB) trên vùng chứa tài nguyên khác nhau đối với truyền thông trực tiếp, hoặc
- các khối tài nguyên vật lý khác nhau (PRB) trên các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau (radio access technologies (RATs) (kết nối liên RAT), hoặc
- các ăngten hoặc chùm khác nhau (phân tập truyền) hoặc các kỹ thuật tạo chùm tiên tiến.

Các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau có thể gồm LTE và 5G/NR. Chúng có thể gồm các dấu hiệu đặc biệt trong các kỹ thuật này, như LTE V2X hoặc V2X (eV2X) được tăng cường của 5G/NR. Hơn nữa, kết nối liên RAT có thể gồm các kỹ thuật từ các tiêu chuẩn khác, như các kỹ thuật theo IEEE 802.11, IEEE 802.11p DSRC hoặc các kỹ thuật khác như các biến thể Bluetooth hoặc WiFi.

Theo các phương án, lớp RLC (xem Fig.7) có thể vận hành theo chế độ không báo nhận để tránh việc truyền lại và đạt được các yêu cầu thời gian chờ nhất định. Chế độ không báo nhận ngụ ý rằng ARQ được tắt, cũng như truyền lại HARQ tại lớp MAC. Do đó, theo các phương án, khi thực hiện các dịch vụ URLLC, cơ chế HARQ có thể được tạo cấu hình đối với các yêu cầu URLLC này và có thể tạo cấu hình được phụ thuộc vào dịch vụ sẽ được thực hiện. Ví dụ, HARQ có thể được tắt hoặc có thể vận hành với số lần truyền lại giảm, và lớp MAC có thể vận hành mà không dồn kênh nhiều kênh logic. Các gói tùy thuộc vào việc dự phòng/sao chép có thể được giới hạn đến chỉ các dịch vụ cụ thể, như các dịch vụ URLLC, để tránh lãng phí tài nguyên. Theo các phương án, thực thể PDCP nhận có thể cung cấp cho việc đệm các gói sẽ được truyền, và có thể loại bỏ các gói này mà đã được nhận thành công thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau.

Cần lưu ý rằng phương pháp dự phòng gói theo sáng chế không được giới hạn đến các dịch vụ URLLC, hơn nữa, có thể được áp dụng cho ứng dụng bất kỳ yêu cầu việc truyền đảm bảo các gói dữ liệu với thời gian chờ giảm. Ví dụ, các ứng dụng sử dụng giao thức điều khiển truyền TCP/IP tại lớp cao hơn hoặc các giao thức lớp cao hơn được định hướng kết nối tương tự có thể được xem xét TCP có pha khởi động chậm, trong đó cửa sổ truyền vị trí tăng gấp đôi với mỗi vòng truyền. Điều này dẫn đến động thái khởi động chậm trong đó thông lượng chỉ tăng theo thời gian. Việc tăng

tốc các gói ban đầu có thể tăng toàn bộ thông lượng của các phiên làm việc IP mà chủ yếu là sự truyền loạt về bản chất. Ví dụ, bằng cách phân tích sâu gói (deep package inspection - DPI) mà có thể được áp dụng ở cộng mạng, các gói khởi động có thể được phát hiện và được đánh dấu cho việc xử lý nhanh tại trạm cơ sở theo phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Theo các khác, chính các trạm cơ sở có thể sử dụng DPI tại lớp PDCP, hoặc tại lớp cao hơn trước khi áp dụng sự bảo mật, để xử lý các gói này để có lợi ích từ việc truyền độ tin cậy cực cao và thời gian chờ thấp.

Theo các phương án, gói với yêu cầu độ tin cậy thấp hoặc không có chỉ báo dự phòng/sao chép có thể được gửi bởi trạm cơ sở bằng cách sử dụng tần số đơn f_1 , trong khi gói mà gồm yêu cầu độ tin cậy cao hoặc chỉ báo dự phòng/sao chép có thể được sao chép để được truyền qua hai hoặc nhiều hơn hai tần số f_1 , f_2 , qua hai hoặc nhiều hơn hai liên kết vật lý hoặc tổ hợp của chúng. Fig.8 thể hiện ví dụ đối với dự phòng/sao chép gói với sự phân tập tần số, mà trạm cơ sở eNB phục vụ UE theo hướng đường xuống thông qua hai liên kết truyền TX1 và TX2 vận hành tại các tần số f_1 , f_2 . Phiên bản gói dữ liệu thứ nhất, ví dụ gói dữ liệu thực tế, được truyền tới UE qua liên kết truyền thứ nhất TX1 tại tần số f_1 , và phiên bản gói dữ liệu thứ hai, ví dụ, phiên bản dự phòng của gói, được truyền tới UE qua liên kết truyền thứ hai TX2 tại tần số f_2 . Mức dự phòng/sao chép (có bao nhiêu phiên bản gói dữ liệu khác nhau được gửi thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau) cũng như việc lựa chọn các tài nguyên vật lý (ví dụ, các ô phục vụ, các liên kết, các sóng mang thành phần, các điểm truyền, các anten, các chùm, v.v.) lên tới trạm cơ sở.

Fig.9 là sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phương án mà việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế đạt được bằng cách sử dụng sự phân tập chùm. Trạm cơ sở eNB phục vụ UE và các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền thông qua các chùm B1 đến B3 khác nhau kịp thời, ví dụ các khung con, các khe hoặc các khe nhỏ khác nhau. Việc truyền có thể được báo hiệu tới UE với sự cấp phát tài nguyên đơn, và UE/bộ thu cố gắng giải mã gói sử dụng nhiều chùm B1 đến B3. Trong trường hợp các chùm được xem xét để có thông tin hữu ích, tín hiệu có thể được tổ hợp với các chùm hữu ích khác cho quy trình tổ hợp chung.

Theo các phương án khác của sáng chế, sự phân tập vị trí có thể được cung cấp, ví dụ bởi kết nối kép như được biểu diễn dưới dạng sơ đồ trên Fig.10 thể hiện phương

pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế với phân tập vị trí và phân tập tần số. Như được thể hiện trên Fig.10, UE được nối với trạm cơ sở thứ nhất eNB_1 và trạm cơ sở thứ hai eNB_2 , mà trạm cơ sở thứ nhất có thể là trạm cơ sở sơ cấp và trạm cơ sở thứ hai có thể là trạm cơ sở thứ, cấp như được giải thích ở trên với sự tham chiếu đến Fig.2. Theo các phương án, cả hai trạm cơ sở có thể là các trạm cơ sở sơ cấp từ các ô liền kề, cả hai phục vụ UE mà, ví dụ, có thể ở tại mép ô. Trạm cơ sở thứ nhất eNB_1 cung cấp liên kết truyền thứ nhất TX1 tới UE, ví dụ để truyền phiên bản gói dữ liệu thứ nhất, và trạm cơ sở thứ hai eNB_2 cung cấp liên kết truyền thứ hai TX2 để truyền phiên bản gói dữ liệu thứ hai tới UE. Hai trạm cơ sở cũng có thể cung cấp liên kết truyền trên các tần số f_1 và f_2 khác nhau. Tuy nhiên, trong các phương án khác, các tần số giống nhau cho việc truyền có thể được sử dụng và sự phối hợp tương ứng của các tài nguyên cần được thực hiện. Các trạm cơ sở/các bộ phát eNB_1 và eNB_2 có thể được nối với các đơn vị băng cơ sở mà phối hợp các tài nguyên trên cơ sở PRB. Ví dụ, đối với thời gian chờ cực thấp, các PRB khác nhau có thể được ấn định cho các điểm truyền khác nhau tại cùng khung con hoặc khe sao cho hai tín hiệu không tác động lẫn nhau và bộ thu có thể tổ hợp tín hiệu mà không đưa vào độ trễ bổ sung bất kỳ.

Trong trường hợp kết nối kép, cả hai trạm cơ sở, mà có thể là trạm cơ sở chính và trạm cơ sở nhỏ, có thể dàn xếp với nhau qua giao diện để cộng, để giải phóng và/hoặc để biến đổi các liên kết nhất định. Việc báo hiệu RRC cho UE có thể luôn được thực hiện bởi MeNB (ví dụ eNB_1 trên Fig.10) đối với tất cả các liên kết hoặc bởi MeNB đối với các liên kết MeNB và bởi SeNB đối với các liên kết SeNB. Trong trường hợp hai điểm truyền được đồng bộ thời gian hoàn toàn, việc truyền có thể được thực hiện như mạng tần số đơn trong đó các tài nguyên giống nhau được sử dụng. Trong phương án này, sự phân tập được giới hạn đến phân tập không gian.

Cấu hình và các quyết định lập lịch biểu

Trong các phương án sau đây, cấu hình và các quyết định lập lịch biểu sẽ được mô tả. Nói chung, liên kết không dây có thể không đáng tin cậy để nhiều liên kết truyền gói được xem xét theo quy trình dự phòng/sao chép của sáng chế.

Theo các phương án, việc gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể gồm kết nối kép, và các thực thể MAC của ô sơ cấp và ô thứ cấp có thể sử dụng thêm kết

tập sóng mang tiêu chuẩn. Điều này gồm việc lập lịch biểu qua nhiều sóng mang (lập lịch biểu qua sóng mang). Quyết định số lượng sóng mang thành phần (component carriers - CCs) có thể được thực hiện theo cách động trong suốt quá trình lập lịch biểu dựa trên các tham số QoS của gói hoặc có thể được tạo cấu hình bán tĩnh cho từng phần tử mang hoặc kênh logic trong suốt quá trình thiết lập phần tử mang bởi lớp RRC hoặc bởi tổ hợp của cả hai. Cấu hình có thể được quyết định bởi trạm cơ sở hoặc có thể được quyết định dựa trên cấu hình trước UE trong trường hợp ngoài vùng phủ sóng hoặc chế độ không được lập lịch biểu.

Việc lập lịch biểu bán tĩnh có thể bao gồm lập lịch biểu bán ổn định (semi-persistent scheduling - SPS) gồm việc truyền các thông báo thiết lập/tạo cấu hình lại SPS và/hoặc các mẫu SPS cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau. SPS có thể được sử dụng khi áp dụng quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế trong suốt quá trình thiết lập phần tử mang cho ứng dụng sử dụng TCP/IP trong suốt pha khởi động chậm của TCP. Trong trường hợp dự phòng/sao chép gói được thực hiện sau khi thiết lập phần tử mang thành công, SPS có thể được sử dụng cho thiết lập PRACH/kết nối. Trạm cơ sở có thể lập lịch biểu UE theo chế độ hoạt động an toàn, ví dụ tại mức MCS thấp hơn (ví dụ QPSK). Một khi kết nối được thiết lập, độ tin cậy cao hơn trên mức MCS cao hơn có thể được mong muốn, ví dụ, việc dự phòng/sao chép gói có thể được thực hiện chỉ cho 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM hoặc QAM cao hơn.

Theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được sử dụng cho mọi băng tần cao, ví dụ trong các băng tần cao hơn 6 GHz, ví dụ trong trường hợp có dữ liệu URLLC. Trong kịch bản này, kênh có thể không quá quan trọng vì kênh khó dự báo sao cho cấu hình tĩnh được áp dụng, trong khi ở các băng tần thấp hơn, cấu hình động có thể được chọn cho quy trình dự phòng/sao chép.

Theo các phương án nữa, quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được giới hạn đến các dịch vụ cụ thể hoặc các yêu cầu dịch vụ cụ thể, như các yêu cầu dịch vụ cụ thể URLLC. Trong các phương án này, chỉ các gói ràng buộc URLLC hoặc các gói khác có cùng yêu cầu được chọn cho quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Điều này có thể được cho phép bởi khung QoS mà nhận biết đồng nhất thức dòng hoặc đồng nhất thức nhóm chất lượng (quality class identify - QCI) của gói và ánh xạ từng gói tới phần tử mang vô tuyến nhất định tại lớp PDCP và tới kênh logic

nhất định tại lớp MAC. Dự phòng/sao chép gói dữ liệu có thể được tạo cấu hình trên mỗi cơ sở kênh logic đối với kết tập sóng mang và trên mỗi cơ sở phần tử mang vô tuyến cho kết nối kép.

Trong trường hợp lựa chọn liên kết động đối với dự phòng/sao chép gói, một số tham số QoS có thể được gửi cùng với gói để biểu thị lớp MAC xử lý gói như thế nào. Đây có thể là giá trị độ trễ hoặc thời gian, ví dụ thời gian để truyền, để biểu thị lớp MAC mà gói cần được xử lý ngay hoặc để biểu thị bao nhiêu thời gian còn lại đến khi gói cần được loại bỏ. Nó cũng có thể là sự biểu thị cho lớp thấp hơn mà các gói này thuộc về nhau và trải qua quá trình xử lý tương tự nhau. Thông tin phụ này có thể trở thành một phần của báo hiệu điều khiển vô tuyến sử dụng, ví dụ, PDCCH. Điều này cho phép bộ thu nhận biết rằng sự cấp phát tài nguyên hoặc nhiều phiên bản gói dữ liệu của nó thuộc về nhau. Thông tin nữa mà có thể được xem xét gồm các thống kê lỗi trước đây, ví dụ các thống kê ARQ/HARQ, hoặc tỷ lệ lỗi khối (block error rates - BLERs) đã trải qua.

Theo các phương án, các thiết lập QoS có thể được tạo cấu hình lại bởi O&M của mạng và trạm cơ sở có thể thiết lập phần tử mang và cấu hình kênh tương ứng cho UE trong suốt quá trình thiết lập phần tử mang. Điều này có thể được thực hiện bởi lớp RRC. Tại vị trí trạm cơ sở, lớp RRC có thể tạo cấu hình các lớp thấp hơn của trạm cơ sở và lớp RRC cũng sẽ cung cấp việc báo hiệu tương ứng về phía UE. Đây có thể là phần của thông báo cấu hình lại RRC và một khi lớp UE RRC nhận thông báo cấu hình lại từ trạm cơ sở, nó tạo cấu hình các lớp thấp hơn bị tác động trên vị trí UE theo cách tương ứng. Có thể có hai cấu hình độc lập cho dữ liệu đường xuống và cho dữ liệu đường lên. Theo đó, cả trạm cơ sở và các lớp thấp hơn của UE truyền và nhận các thực thể được tạo cấu hình. Phần của cấu hình RRC có thể là phần tử thông tin mà biểu thị liệu việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có được cho phép hay không, ví dụ trên mỗi phần tử mang hoặc trên mỗi kênh logic. Phần tử thông tin có thể biểu thị số lượng phiên bản gói dữ liệu, ví dụ, có bao nhiêu liên kết khác nhau sẽ được sử dụng để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau. Phần tử thông tin (information element - IE) này có thể là phần của cấu hình dữ liệu của lớp tương ứng, ví dụ lớp PDCP hoặc lớp MAC. Khi có nhiều thực thể và khi cấu hình cần được thực hiện độc lập cho đường lên và đường xuống, có thể có vài trường hợp cho tham số này.

Theo các phương án khác, việc dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được sử dụng để đáp ứng tỷ lệ lỗi khối (block error rate - BLER) được định trước ở các thời gian chờ cực thấp. Cấu hình của quy trình dự phòng/sao chép theo sáng chế phụ thuộc vào yêu cầu QoS sẽ được đáp ứng cho gói cụ thể. BLER cũng phụ thuộc vào chất lượng liên kết hoặc sóng mang tương ứng. Nếu các tài nguyên khả dụng tại tần số thấp với độ tin cậy cao, việc dự phòng/sao chép gói có thể không được sử dụng.

Quyết định về cấu hình toàn bộ có thể được xác định bởi việc quản lý tài nguyên vô tuyến (Radio Resource Management - RRM) của trạm cơ sở. Liên kết hoặc sóng mang có thể được bổ sung dựa trên cường độ tín hiệu hoặc chất lượng tín hiệu, trong đó các nhiễu cũng có thể được xem xét. Nếu cường độ tín hiệu của liên kết hoặc sóng mang nhất định là đủ cao, việc dự phòng/sao chép gói có thể không được yêu cầu. Tuy nhiên, nếu yêu cầu, các liên kết/sóng mang bổ sung yêu cầu cường độ/chất lượng tín hiệu cực tiểu nhất định.

Theo các phương án ở trên, cấu hình và hoạt động của quy trình dự phòng/sao chép gói có thể là gấp đôi. Thứ nhất, có thể có cấu hình tĩnh được cung cấp bởi lớp RRC như được mô tả ở trên và trong các giới hạn của cấu hình RRC, lớp thấp hơn có thể vận hành động, ví dụ PDCP có thể định tuyến các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thông qua nhiều kết nối kép hoặc lớp MAC có thể lập lịch biểu các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các sóng mang khác nhau hoặc lặp lại việc truyền trên cùng tài nguyên. Trong khi thuật toán định tuyến và lập lịch biểu trạm cơ sở có thể điều khiển quy trình dự phòng/sao chép gói trong đường xuống, UE có thể được lệnh bởi phương tiện quyết định lập lịch biểu trạm cơ sở (định quyền đường lên) hoặc UE có thể, trong phạm vi nhất định được cung cấp bởi cấu hình trạm cơ sở, thực hiện quyết định lập lịch biểu của nó cho việc dự phòng/sao chép gói.

Theo các phương án, UE có thể truyền thông bằng cách sử dụng liên kết truyền thông trực tiếp, cũng được đề cập đến như kết nối phụ hoặc giao diện PC5, và cấu hình của quy trình dự phòng/sao chép gói dữ liệu có thể dựa trên các cấu hình trước tương ứng.

Phối hợp thời gian sao chép dữ liệu

Theo phương pháp dự phòng/sao chép gói của sáng chế, việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau qua các tài nguyên vật lý khác nhau được phối hợp kịp thời. Ví dụ, khi xem xét kết nối kép, từng trạm cơ sở của từng kết nối có thể được vận hành độc lập mà không có sự đồng bộ thời gian giữa các liên kết sao cho việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể được phối hợp kịp thời.

Việc truyền phối hợp thời gian có thể cho phép giải mã chung hoặc giải mã thông minh tại phía bộ thu, tuy nhiên, tại cùng thời điểm đảm bảo sự phân tập theo thời gian của các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến lớp cao hơn. Việc định thời đáp ứng các yêu cầu nhất định cho tất cả việc truyền trên tất cả các tài nguyên vật lý, ví dụ, trong trường hợp giải mã chung, bộ thu cần đợi cho tài nguyên vật lý cuối cùng sẽ được nhận trước khi quy trình giải mã chung có thể bắt đầu.

Cửa sổ thời gian truyền/nhận có thể được sử dụng mà khác với sự phụ thuộc vào các tài nguyên vật lý nào được chọn để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Ví dụ, cửa sổ thời gian cho kết nối kép có thể lớn hơn cửa sổ thời gian cho kết tập sóng mang, vì theo kết nối kép, dữ liệu cần được chuyển tiếp từ trạm cơ sở chính đến trạm cơ sở thứ cấp thông qua giao diện bên trong của mạng truy cập vô tuyến sử dụng kỹ thuật truyền tải khác nhau (khác khi so sánh với liên kết vô tuyến để phục vụ UE). Thời gian khả dụng để truyền và nhận có thể được mã hóa cứng, bằng cách đó cung cấp thời gian đủ cho tất cả các loại tùy chọn triển khai khác nhau và các cấu hình mạng truyền tải khác nhau. Thời gian có thể phụ thuộc vào phương pháp dự phòng/sao chép gói thực tế, như việc sao chép bởi sự kết tập sóng mang hoặc bởi kết nối kép, hoặc có thể tạo cấu hình được bởi việc điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC).

Phụ thuộc vào cấu hình, bộ thu có thể biết chính xác tại khe, khung con và tương tự nào, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền/nhận hoặc bộ thu có thể biết cửa sổ thời gian nào mà các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được nhận. Trong trường hợp sử dụng cửa sổ thời gian, bộ phát có một số quyền tự do để tập lịch biểu dự phòng/sao chép gói. Trong suốt cửa sổ thời gian, UE có thể theo dõi tập hợp các tài nguyên cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên khác nhau hoặc sự lặp lại trên cùng tài nguyên, ví dụ bằng cách giải mã thông tin điều khiển PCCCH một số khe/khung con đến bộ theo dõi.

Theo các phương án, mỗi tương quan định thời cố định có thể được sử dụng, mà có thể là phương pháp đơn giản nhất về mặt phí tổn báo hiệu. Tuy nhiên, theo các phương án, tính linh hoạt có thể được yêu cầu, ví dụ trong các trường hợp bao gồm yêu cầu thời gian chờ URLLC khác nhau. Trong các trường hợp này, mỗi tương quan định thời có thể được giữ linh động cho các dịch vụ khác nhau và điểm chi tiết của thời gian hoặc cửa sổ thời gian có thể được tạo cấu hình cho từng phần tử mang hoặc kênh logic. Trong trường hợp phần tử mang phân tách cho kết nối kép, tham số có hiệu lực cho từng liên kết và trong trường hợp kết tập sóng mang, nó có hiệu lực cho từng sóng mang.

Cấu hình RRC cho việc dự phòng/sao chép gói

Trong phần sau đây, các phương án sẽ được mô tả liên quan đến sự biến đổi của cấu hình RRC khi thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Cho đến nay, cấu hình RRC chung của phần tử mang vô tuyến, bao gồm cấu hình kênh logic hoặc cấu hình kênh truyền tải, đã được mô tả. Hiện nay, cấu hình lớp thấp hơn cho việc cấu hình lại động được mô tả.

Cấu hình có thể được cung cấp mà giới hạn toàn bộ độ phức tạp bằng cách tạo cấu hình nhiều tập hợp các tài nguyên vật lý, nhưng chỉ sử dụng tập hợp con của chúng. Việc lựa chọn các tài nguyên vật lý để sử dụng có thể được chuyển đổi bằng cách sử dụng báo hiệu kênh điều khiển PDCCH nhanh hoặc sử dụng các phần tử điều khiển MAC được cài sẵn. Khi xem xét ba cấu hình RRC cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế trên các lớp vật lý khác nhau, RRC có thể cung cấp cho cấu hình cơ sở, trong khi lớp MAC có thể cung cấp sự chuyển đổi nhanh. Bảng dưới đây cung cấp ví dụ cho các cấu hình tham số khác nhau.

Cấu hình tham số RRC	1	2	...	N
Đồng nhất điểm truyền	...	...	...	...
Đồng nhất ô	...	...	...	...
Băng tần	...	...	...	...
Cấu hình vùng chứa tài nguyên	...	...	...	...
Cấu hình lập lịch biểu bán ổn định	...	...	...	...

Số lần truyền lại

Cấu hình các biểu tượng chuẩn giải điều biến

Cấu hình ăngten MIMO

Cấu hình kênh điều khiển

Cấu hình báo cáo phản hồi UE

...

Một khi tất cả cấu hình RRC là khả dụng, lớp thấp hơn có thể chuyển đổi độ lập giữa các cấu hình khác nhau, như tập hợp cấu hình tham số RRC 1, 2 hoặc N hoặc tổ hợp các cấu hình khác nhau có thể được sử dụng. Tập hợp được chọn được thông báo tới UE sao cho UE biết tất cả các chi tiết yêu cầu để theo dõi và giải mã các tài nguyên vật lý tương ứng. Ví dụ, các vùng chứa tài nguyên hoặc các tài nguyên bán ổn định có thể được tạo cấu hình với hầu hết thông tin chi tiết về các PRB, sơ đồ mã hóa điều biến, sơ đồ MIMO, số lượng phép lặp, kênh điều khiển và tương tự. Bộ lập lịch biểu trạm cơ sở, dựa trên các yêu cầu QoS, tài nguyên khả dụng và các chỉ báo khác, có thể quyết định về việc dự phòng/sao chép gói và cũng có thể thông báo cho UE thông qua thông báo DCI về quyết định lập lịch biểu và tập hợp tham số RRC tương ứng sẽ được sử dụng. Khi xem xét bảng trên, trong trường hợp có 3 điểm truyền, có 8 tổ hợp có khả năng của các điểm truyền (transmission points - TP). Các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể được truyền thông qua TP1, TP2, TP3, TP1+TP2, TP1+TP3, TP2+TP3 hoặc TP1+TP2+TP3.

Lợi ích của phương án được mô tả ở trên sử dụng cấu hình RRC chi tiết là ở chỗ sự cấp quyền kênh điều khiển đơn có thể chỉ đến nhiều tài nguyên vật lý và cho phép UE giải mã nhiều tài nguyên này.

Bản sao gói cũng có thể được tạo cấu hình trước thông qua mẫu, ví dụ, được sử dụng trong việc lập lịch biểu bán ổn định (semi-persistent scheduling - SPS). Ở đây, chu kỳ bản sao cơ bản có thể được tạo cấu hình trước, sao cho bản sao gói có thể được kích hoạt/khử kích hoạt với việc báo hiệu hiệu quả. Tương tự với cấu hình SPS, ví dụ được sử dụng cho lưu lượng thoại, nội dung sao chép SPS này có thể chứa con trỏ tới mẫu RRC với khoảng thời gian, khi lập lịch biểu hoặc sử dụng sự sao chép gói. Hơn

nữa, nó cũng có thể chứa thông báo như cấu hình lại bắt đầu, dừng lại và xóa thông báo tương tự với thông báo được sử dụng trong tình trạng kỹ thuật đã biết của SPS.

Thông tin điều khiển được truyền thông qua PDCCH hoặc MAC CE

Trong trường hợp lập lịch biểu động, có thể được ưu tiên để tạo cấu hình trước các tài nguyên vật lý theo cách bán tĩnh bằng cách báo hiệu RRC, ví dụ bằng cách cung cấp thông báo cấu hình lại RRC, và để chuyển đổi động giữa các tài nguyên. Trong trường hợp lập lịch biểu đường xuống, một khi việc tạo cấu hình lại RRC được hoàn thành và chức năng quyết định sao chép tại lớp MAC của các trạm cơ sở tạo ra quyết định của nó để kích hoạt các tài nguyên vật lý nhất định hoặc để chuyển đổi giữa các tài nguyên vật lý, lớp MAC của trạm cơ sở có thể thông báo cho UE về quyết định của nó bằng cách báo hiệu DCI nhanh trên kênh điều khiển lớp thấp hơn, như cấp quyền PDCCH, hoặc thông qua phần tử điều khiển MAC được cài sẵn (MAC control element - MAC CE). Trong khi MAC CE có thể chứa ánh xạ bit kích hoạt/khử kích hoạt đơn giản, thông tin điều khiển đường xuống (DCI) ánh xạ lên kênh điều khiển đường xuống, ví dụ PDCCH, có thể chứa các tham số điều khiển bổ sung mà có thể được yêu cầu để giải mã các phiên bản gói dữ liệu khác nhau.

Dựa trên tiêu chuẩn hoặc hoặc các cơ cấu khởi động nhất định, MAC CE có thể được cài sẵn trong dữ liệu đường lên hoặc đường xuống PDU. Tiêu đề MAC có thể nhận biết loại MAC CE, ví dụ bởi đồng nhất thức kênh logic hoặc bộ định danh khác. Fig.11 thể hiện phương án cho MAC CE để kích hoạt/khử kích hoạt các tài nguyên vật lý cho dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. MAC CE có thể được căn chỉnh 8 bit và C_i có thể biểu diễn chỉ số của tài nguyên vật lý được tạo cấu hình RRC. “1” có thể biểu thị rằng tài nguyên được kích hoạt và “0” có thể biểu thị rằng tài nguyên tương ứng được khử kích hoạt. Hơn nữa, C_0 có thể biểu thị tập hợp cấu hình tham số RRC thứ nhất, C_1 có thể biểu thị tập hợp cấu hình tham số RRC thứ hai, v.v.. Phụ thuộc vào thiết kế giao thức, sau cấu hình RRC ban đầu, các tài nguyên vật lý được tạo cấu hình có thể đã được kích hoạt hoặc đã không được kích hoạt. Ví dụ, khi xem xét kết tập sóng mang, các ô nhỏ có thể không được kích hoạt và MAC CE để kích hoạt/khử kích hoạt của các ô nhỏ cần được gửi trước để kích hoạt các ô nhỏ tương ứng. MAC CE có lợi ở chỗ phí tổn PDCCH mà được truyền trong từng quá trình cấp phát tài nguyên được giảm.

MAC CE không cho phép gửi thông tin điều khiển khác nhau cho từng tài nguyên. Điều này có thể được cung cấp bằng cách sử dụng PDCCH. PDCCH có thể được sử dụng để thích ứng phương pháp dự phòng/sao chép gói của sáng chế cho mọi quá trình cấp phát tài nguyên. Trong trường hợp lập lịch biểu động các tài nguyên khác nhau, trạm cơ sở sẽ báo hiệu sự cấp phát tài nguyên PDCCH cho mọi quá trình cấp phát tài nguyên vật lý mà sự dự phòng/sao chép gói được lập lịch biểu trên đó. Có thể có chỉ báo dự phòng/sao chép mà có các phiên bản gói dữ liệu khác nhau để làm cho lớp vật lý nhận biết sự dự phòng/sao chép. Với thông tin này, lớp PHY biết rằng nó được cho phép để tổ hợp tất cả các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được nhận tại thời điểm nhất định hoặc trong cửa sổ thời gian được định trước hoặc có thể tạo cấu hình được, ví dụ, trong khe nhỏ, khe hoặc nhiều khung con. Việc tổ hợp có thể giống với việc xử lý HARQ. Khi áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, như dịch vụ URLLC, có nhiều phép truyền tại cùng thời điểm mà được tổ hợp để cung cấp độ tin cậy mong muốn. Theo các ví dụ, việc tổ hợp tỷ số cực đại (maximum ratio combining - MRC) có thể được áp dụng cho việc tổ hợp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được nhận qua nhiều liên kết. Việc tổ hợp có thể dựa trên các giá trị mềm được lấy mẫu của các biểu tượng điều biến trước khi bộ giải mã nhập vào, ví dụ, các tỷ số log hợp lệ (log-likelihood ratios - LLRs), và việc tổ hợp có thể được gán trọng số dựa trên chất lượng tiếp nhận. Việc tổ hợp có thể sử dụng các quy trình HARQ giống hoặc khác nhau, trong trường hợp xử lý đơn qua các tài nguyên khác nhau, tín hiệu được đề cập có thể được giảm. Điều này có nghĩa là bộ thu biết từ bộ chỉ báo dự phòng/sao chép rằng một số tham số được áp dụng, ví dụ số chuỗi HARQ, số quy trình HARQ, bộ chỉ báo dữ liệu mới HARQ hoặc phiên bản dự phòng HARQ.

Phụ thuộc vào loại tài nguyên vật lý cho việc dự phòng/sao chép gói, trường chỉ báo có thể được xác định như phần của thông báo DCI. Khác trường chỉ báo sóng mang (carrier indicator field - CIF) khi nó được, ví dụ, sử dụng trong kết tập sóng mang LTE mà chỉ biểu thị sóng mang đơn, trường chỉ báo dự phòng/sao chép gói có thể biểu thị việc truyền trên nhiều tài nguyên. Trường chỉ báo dự phòng/sao chép có thể là ánh xạ bit hơn là chỉ báo rõ ràng. Fig.12 thể hiện phương án thứ nhất của trường chỉ báo dự phòng/sao chép gói so với trường chỉ báo sóng mang thông thường. Việc báo hiệu dự phòng/sao chép gói trên ba tài nguyên vật lý có thể được hỗ trợ bởi phép

ánh xạ bit 3 bit, trong khi việc báo hiệu tương tự với trường chỉ báo sóng mang (carrier indicator field - CIF) hiện có cho thấy chính xác số sóng mang, ví dụ số sóng mang 4, trong trường hợp phép mã hóa sau đây được sử dụng {000=1, 100=2, 010=3, 110=4, 001=5, 101=6, 110=7, 111=8}. Trong trường hợp số lượng các tài nguyên vật lý được giới hạn đến sự dự phòng/sao chép gói chỉ sử dụng hai tài nguyên vật lý, hai tài nguyên này có thể được biểu thị riêng rẽ và chính xác sử dụng các phép ánh xạ bit tương tự nhau, ví dụ {00=1, 10=2, 01=3, 11=4}, như được thể hiện trên Fig.13 thể hiện phương án khác của bộ chỉ báo dự phòng/sao chép gói của sóng mang so với trường chỉ báo sóng mang thông thường.

Dù chỉ báo DCI có thể được thực hiện động cho tài nguyên vật lý, việc báo hiệu RRC có thể tồn tại cho cấu hình chi tiết hơn của tài nguyên vật lý, biểu thị, ví dụ, chế độ MIMO, ăngten được chọn hoặc chùm ăngten, sơ đồ mã hóa điều biến (MCS), băng tần, sóng mang thành phần, đồng nhất thức ô vật lý của liên kết, bộ định danh điểm truyền hoặc các chuỗi nhất định cho các biểu tượng chuẩn điều biến và tương tự (xem bảng trên). Một khi cấu hình RRC được thực hiện, việc dự phòng/sao chép gói bằng cách báo hiệu DCI động có thể được bật/tắt nhanh chóng trên quá trình cấp phát tài nguyên vật lý. Quyết định động có thể được thực hiện bởi trạm cơ sở. Ví dụ, trong trường hợp truyền dữ liệu URLLC đường xuống, trạm cơ sở có thể gửi thông tin điều khiển đường xuống (DCI) như phần của sự cấp phát tài nguyên đường xuống tới UE.

Giải mã thông minh các gói được dự phòng/sao chép

Trong phần sau đây, các phương án nữa của phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sóng mang được mô tả cho phép giải mã thông minh các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền thông qua các liên kết riêng rẽ.

Nhiều quá trình cấp phát tài nguyên PDCCH có thể được sử dụng để giải mã gói, ví dụ, gói PDCCH. UE có thể giải mã thành công sự cấp phát tài nguyên cho một liên kết nhưng có thể không giải mã các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền qua liên kết này. Sự điều khiển PDCCH có thể được gửi với độ tin cậy cao hơn khi so sánh với dữ liệu thực tế sao cho, do thông tin thu được thông qua DCI, bộ thu nhận ra rằng sự dự phòng/sao chép gói được sử dụng, ví dụ, việc truyền sử dụng các điểm truyền TP1 và TP2, và bộ thu biết thêm cấu hình trước RRC của từng liên kết. Dựa

trên hiểu biết này, UE tổ hợp thông tin được nhận, ví dụ bằng cách sử dụng việc tổ hợp tỷ số cực đại (MRC) cho thông tin biểu tượng được lượng tử hóa, và có thể sử dụng thông tin được tổ hợp, như các bit mềm, của các liên kết khác nhau, giải mã thành công dữ liệu ngay cả khi nó chỉ nhận PDCCH của liên kết đơn. Hai phép truyền PDSCH cũng có thể được giải mã riêng rẽ nếu tổ hợp mềm không có khả năng, ví dụ do việc mã hóa khác nhau hoặc điều biến khác nhau được chọn, và việc giải mã riêng rẽ có thể nhanh hơn trong trường hợp cấp phát tài nguyên được dịch chuyển thời gian sau đó.

Fig.14 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của thông tin điều khiển và dữ liệu được truyền tới bộ thu thông qua hai liên kết truyền. Từng liên kết truyền mang PDCCH gồm thông báo điều khiển là điều khiển #1 và điều khiển #2 (control #1 và control #2). Hơn nữa, thông tin điều khiển sau đây từng liên kết mang PDCCH mà gồm các phiên bản gói dữ liệu khác nhau (dữ liệu #1, dữ liệu #2) mà có thể được tổ hợp. Dấu kiểm tra ở phía tay phải trên Fig.14 biểu thị dưới dạng sơ đồ rằng việc giải mã được tổ hợp của dữ liệu là thành công. Dù Fig.14 minh họa sự điều khiển và phân dữ liệu sẽ được phân tách, theo các phương án, chúng có thể là phần của một quá trình cấp phát tài nguyên vật lý độc lập. Fig.15 thể hiện hai sóng mang, sóng mang #1 và sóng mang #2, gồm, trong khối tài nguyên, như khe nhỏ, khe hoặc khung con, PDCCH và PDSCH mang thông tin điều khiển tương ứng và dữ liệu được đề cập đến ở trên trên Fig.14;

Như được mô tả ở trên, theo phương án của sáng chế, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng kết tập sóng mang sao cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được gửi trên nhiều (hai hoặc nhiều hơn hai) sóng mang, ví dụ trên sóng mang #1 và trên sóng mang #2 như được mô tả trên Fig.15. Phụ thuộc vào số lượng các bit thông tin cho việc điều khiển và số lượng các bit thông tin cho dữ liệu, có thể yêu cầu các tài nguyên khác nhau. Như được biểu thị trên Fig.15, việc điều khiển có thể gửi tại vị trí bắt đầu của phép truyền để cung cấp thời gian giải mã và để giới hạn thời gian xử lý toàn bộ.

Theo các phương án, độ tin cậy của kênh điều khiển có thể tăng bằng cách cho phép UE tổ hợp mềm việc báo hiệu PDCCH của nhiều liên kết được tạo cấu hình bán tĩnh. Điều này cũng có thể được viện dẫn đến như sự dự phòng/sao chép kênh điều

khẩn. Nếu hai liên kết được tạo cấu hình bán tĩnh cho tất cả các phép truyền, thông tin PDCCH từ hai liên kết có thể được tổ hợp liên tục trước khi giải mã sao cho độ tin cậy của thông tin điều khiển nhận được có thể tăng. Điều này có thể đảm bảo rằng các tài nguyên điều khiển PDCCH được gửi đáng tin cậy hơn hoặc ít nhất là có cùng độ tin cậy như dữ liệu trên các kênh được chia sẻ. Khi thông tin điều khiển không thể được giải mã, dữ liệu hoặc thông tin tương ứng có thể tổn hao và không có sự truyền lại HARQ có khả năng trên kênh điều khiển và cũng không có trên kênh dữ liệu. Trong trường hợp này, thông tin điều khiển PDCCH hoàn toàn cần giống, trừ khi DCI được chia thành nhiều phần mà từng phần chứa mã CRC cho sự kiểm tra lỗi. Sơ đồ này có thể có lợi trong trường hợp có nhiều tài nguyên vật lý mà không đáng tin cậy cho bản thân nó. Fig.16 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ để tổ hợp thông tin điều khiển được nhận thông qua hai liên kết trong kênh PDCCH, và sử dụng thông tin điều khiển được tổ hợp để giải mã dữ liệu #1 và dữ liệu #2 được nhận thông qua hai liên kết qua PDSCH. Dữ liệu biểu diễn các phiên bản gói dữ liệu khác nhau để thu được gói dữ liệu, như được biểu thị ở phần bên tay phải của Fig.16. Dấu kiểm tra được biểu thị dưới dạng sơ đồ rằng việc giải mã tổ hợp dữ liệu là thành công.

Theo các phương án, một số thông tin điều khiển PDCCH cho liên kết thứ hai có thể thu được dựa trên thông tin được nhận từ liên kết thứ nhất. Từng PDCCH có thể tự giải mã được và, dựa trên việc giải mã PDCCH thứ nhất, các tham số chi tiết của phép truyền dữ liệu khác nhau có thể thu được. Ví dụ, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được tạo cấu hình trước cho phần tử mang phân tách, và việc định thời tương ứng giữa nhiều phép chuyển tiếp có thể được định trước hoặc được tạo cấu hình trước. Điều này có thể có lợi trong trường hợp một liên kết được xem xét là đáng tin cậy hơn so với liên kết còn lại. Trong trường hợp nhiều liên kết chia sẻ quy trình HARQ hoặc các quy trình HARQ khác nhau chạy đồng bộ, phần thông tin HARQ có thể là giống nhau hoặc có thể được suy ra. Fig.17 thể hiện ví dụ mà trong đó chỉ thông tin điều khiển trên liên kết thứ nhất, cụ thể là điều khiển #1, được nhận. PDCCH trên liên kết thứ hai không khả dụng. Một cơ sở của điều khiển #1 được truyền trong PDCCH của liên kết thứ nhất, dữ liệu tương ứng trên hai liên kết, cụ thể là dữ liệu #1 và dữ liệu #2 có thể được giải mã và tổ hợp thành công để thu được gói dữ liệu được truyền.

Theo các phương án, để hỗ trợ việc giải mã thông minh với số lượng giới hạn các tổ hợp có khả năng, các liên kết khác nhau có thể sử dụng cùng phép mã hóa và điều biến, tức là, cùng các tham số thích ứng liên kết. Việc sử dụng cùng các tham số thích ứng liên kết có lợi vì định dạng thô qua nhiều tài nguyên vật lý có thể được cung cấp. Trong trường hợp cấu hình cố định được sử dụng cho gói dữ liệu, như gói dữ liệu URLLC, định dạng được sử dụng có thể được tạo cấu hình bán tĩnh bởi RCC, ví dụ thông qua việc lập lịch biểu bán ổn định và không có báo hiệu được bổ sung vào kênh điều khiển PDCCH, như hiển nhiên đã biết tại bộ thu. Trong trường hợp thích ứng liên kết diễn ra, các tham số giống nhau sẽ được báo hiệu thông qua các liên kết được sao chép và cải hai trường hợp xử lý trước, như được mô tả ở trên, có thể được sử dụng.

Khi việc tổ hợp PDCCH được thực hiện trước khi giải mã thông tin điều khiển của nhiều liên kết, thông tin điều khiển được truyền trên kênh PDCCH có thể là tương tự. Do đó, tất cả thông tin mà bộ lập lịch biểu quyết định cho một liên kết cũng được áp dụng cho các liên kết khác. Ví dụ, trong trường hợp nhảy tần hoặc điều khiển năng lượng được sử dụng trên một liên kết hoặc một sóng mang, nó cũng được sử dụng trên liên kết thứ hai. Theo cách tương tự, trường hợp các hành động nhất định được yêu cầu từ UE, ví dụ yêu cầu RACH hoặc yêu cầu báo cáo kênh, nó cũng sẽ được yêu cầu trên tất cả các liên kết. Kích thước báo hiệu PDCCH có thể được giảm hoặc được giảm thiểu bằng cách cố định một số tham số và sử dụng cấu hình RRC bán tĩnh mà, do đó, cho phép giải mã PDCCH mạnh hơn.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng sự cấp phát tài nguyên PDCCH đơn

Các phương án được mô tả ở trên liên quan đến việc tổ hợp PDCCH để làm tăng độ tin cậy của tín hiệu PDCCH và để sử dụng sự phân tập của các tài nguyên vật lý khác nhau.

Theo phương án khác, sự cấp phát PDCCH đơn trên một tài nguyên vật lý có thể được sử dụng mà chỉ ra một hoặc nhiều tín hiệu dữ liệu bổ sung được truyền trên các tài nguyên vật lý khác nhau. Fig.18(a) thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của các phương án bằng cách chỉ sử dụng PDCCH đơn. Như có thể được thấy, trên liên kết thứ nhất, như liên kết tần số thấp, thông tin điều khiển PDCCH điều khiển#1 (control #1) được cung cấp đến bộ thu và được sử dụng để giải mã dữ liệu được gửi trên cả hai

liên kết. Liên kết thứ hai có thể là liên kết tần số cao. Do đó, điều khiển #1 gồm thông tin về các tài nguyên được sử dụng để truyền dữ liệu #1 và dữ liệu #2 (data #1 và data #2) để bộ thu có thể theo dõi các tài nguyên này cho dữ liệu và sau đó tổ hợp dữ liệu được nhận trên hai liên kết để hoàn thành việc truyền gói dữ liệu. Phương án cho phép sử dụng các tài nguyên khả dụng trên các tần số cao hơn một cách đầy đủ cho việc truyền dữ liệu mà cho phép tăng thêm độ tin cậy của việc truyền dữ liệu.

Trong phương án của Fig.18, các liên kết truyền được chia giữa các băng tần thấp và cao. Băng tần cao có thể là băng sóng milimet ở 28 GHz hoặc ở 60 GHz, và có thể được sử dụng cho quy trình dự phòng/sao chép gói của sáng chế trên việc truyền hiện thời tại băng tần thấp hơn. Băng tần thấp hơn có thể tin cậy hơn do sự lan truyền tốt hơn trong phạm vi 6 GHz phụ, tuy nhiên, có thể không cung cấp nhiều băng thông như được cung cấp bởi băng cao hơn. Trong khi băng cao hơn cung cấp công suất cực cao, nó có thể đủ tin cậy sao cho sự cấp phát tài nguyên PDCCH, gồm sự chỉ báo cho sự dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, có thể chỉ được gửi trên liên kết đáng tin cậy, như được mô tả trên Fig.18(a). Thông tin điều khiển chỉ ra các tài nguyên vật lý trong băng tần thấp hơn và trong băng cao hơn. Một khi việc truyền yêu cầu độ tin cậy cao được phát hiện, như việc truyền URLLC, cờ chỉ báo dự phòng/sao chép được thiết lập như phần của thông tin điều khiển đường xuống, và UE sẽ biết cách để giải mã các phiên bản khác nhau của gói dữ liệu. Đối với việc truyền đường lên, sự cấp phát tài nguyên đường xuống bổ sung hoặc cấp quyền đường lên sẽ chỉ thị cho UE để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên vật lý được chỉ thị.

Theo phương án nữa, băng cao hơn có thể sử dụng sự định khoảng sóng mang con SCS lớn hơn và băng thông cao hơn sao cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể được truyền nhanh hơn. Điều này có thể được sử dụng như sự đẩy nhanh dự phòng/sao chép trong việc truyền đồng thời, nhưng cũng có thể được sử dụng trong trường hợp truyền lại trong đó UE có thể không giải mã dữ liệu trên băng tần thấp hơn.

Dự phòng gói đa RAT

Theo các phương án khác, sóng mang ở băng tần cao có thể được cộng vào sóng mang hiện có tại băng tần thấp hơn, trong đó sóng mang băng tần cao có thể hoạt động theo kỹ thuật truy cập vô tuyến thứ nhất, như 5G/NR, và sóng mang ở băng tần

thấp hơn hoạt động theo LTE. Trong phương án này, sự cấp phát tài nguyên PDCCH có thể được gửi bằng cách sử dụng một kỹ thuật truy cập vô tuyến, trong khi dữ liệu được gửi trên kỹ thuật truy cập vô tuyến khác hoặc trên nhiều kỹ thuật truy cập vô tuyến. Sự cấp phát tài nguyên PDCCH có thể chứa các chỉ báo mà sự dự phòng/sao chép gói theo sáng chế được sử dụng, ví dụ, trên nhiều RAT. Ví dụ, trong trường hợp RAT được sử dụng để truyền PDCCH không truyền bất kỳ dữ liệu nào theo sự dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, ít nhất hai RAT nữa được sử dụng. Tuy nhiên, trong trường hợp RAT được sử dụng để truyền PDCCH cũng truyền một trong số các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, ít nhất một RAT nữa để truyền một trong số các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được sử dụng.

RRC có thể tạo cấu hình (các) liên kết khác, cho gói/bản sao, theo cách có khả năng cả khi phục vụ các tài nguyên. Một khi nhận sự cấp quyền PDCCH với chỉ báo dự phòng/sao chép trên liên kết thứ nhất, như liên kết LTE, UE có thể suy ra rõ ràng tất cả các tham số yêu cầu cho liên kết thứ hai, như liên kết 5G/NR, để nhận các phiên bản gói dữ liệu khác nhau. RRC có thể đã tạo cấu hình trước bằng tần, các tham số cụ thể RAT, chế độ truyền và các tham số thích ứng liên kết sao cho tổ hợp mềm giữa các RAT khác nhau là có khả năng.

Sao chép dữ liệu trên các tần số (numerologies) khác nhau

Theo các phương án, các tần số được sử dụng cho các sóng mang khác nhau có thể được xem xét, ví dụ CSC 15 kHz trong băng thấp, và CSC 120 kHz trong băng cao, và nhiều hơn một phiên bản có thể được ánh xạ thành băng cao cũng như nhiều phiên bản hơn thuộc về một số người dùng hoặc kết nối/liên kết có thể được dồn kênh trong cùng băng cao.

Khi áp dụng sự sao chép dữ liệu theo sáng chế qua một vài sóng mang, ví dụ, trong 5G/NR, ví dụ các băng tần thấp hơn và các băng tần cao hơn, các tần số khác nhau có thể được sử dụng. Ví dụ, 5G/NR xác định tần số cơ sở mà sử dụng sự định khoảng sóng mang con $2^n * 15$ kHz với $n=0$ đối với tần số cơ sở cũng như hỗ trợ tần số có thể định tỷ lệ được bằng ít nhất là định khoảng sóng mang con từ 15 kHz đến 480 kHz. Trong các chế độ vận hành mà gồm một số sóng mang thành phần như kết tập sóng mang hoặc kết nối kép, dữ liệu có thể được gửi qua một số sóng mang dẫn

đến các thần số được trộn phải vận hành trên cùng dữ liệu. Ví dụ là trong chế độ kết tập sóng mang, sóng mang thành phần sơ cấp sử dụng thần số cơ bản với SCS bằng 15 kHz và kết tập sóng mang thành phần thứ cấp vận hành trong băng cao, ví dụ (28 GHz hoặc 60 GHz) được tạo cấu hình với SCS 120 kHz. SCS lớn hơn cho phép truyền nhanh hơn (trong ví dụ bởi thừa số bằng 8) của các tài nguyên vật lý. Hơn nữa, các băng tần cao sẽ hầu như có khả năng hỗ trợ băng thông lớn hơn nhiều, ví dụ 250 MHz hoặc 500 MHz hoặc cao hơn, và do đó cho phép công suất cao hơn nhiều. Do đó, số lượng các khối tài nguyên vật lý (PRB) lớn hơn nhiều có thể được truyền trong cùng cửa sổ thời gian trong băng tần cao. Trong trường hợp sao chép dữ liệu cho URLLC, việc này có thể được sử dụng để truyền phần dự phòng cao hơn trong cùng cửa sổ thời gian, ví dụ bằng cách mã hóa lặp, hoặc bằng cách dồn kênh các PRB được sao chép từ các UE khác nhau trong cùng cửa sổ thời gian.

Ví dụ của sự sao chép gói trong kịch bản thần số được trộn được nêu trên Fig.18(b). Ở đây, ngoài dữ liệu được cấp phát tới người dùng thứ nhất UE1, dữ liệu được cấp phát tới người dùng thứ hai và thứ ba UE2, UE3 có thể được dồn kênh trong cùng cửa sổ thời gian i . Do đó, các PRB bổ sung có thể được sử dụng cho UE2 và UE3 hoặc có thể được sử dụng để cộng phần dự phòng bổ sung (các PRB được cấp phát tới UE1) để thực hiện phương pháp theo sáng chế.

Sao chép gói dữ liệu sử dụng kết nối kép.

Trong trường hợp kết nối kép, có việc lập lịch biểu riêng rẽ cho trạm cơ sở chính và cho trạm cơ sở thứ cấp. Theo các phương án sử dụng phép giải mã thông minh được mô tả ở trên, cả hai liên kết được đồng bộ hóa và truyền thông tin điều khiển PDCCH trên đường xuống. Quyết định sẽ được thực hiện bởi trạm cơ sở chính và được báo hiệu tới trạm cơ sở thứ cấp cùng với các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và trạm cơ sở thứ cấp sẽ sử dụng tất cả các tham số được cung cấp bởi trạm cơ sở chính. Điều này yêu cầu thông tin điều khiển đường xuống hoặc thông tin điều khiển đường lên cần được cộng vào giao diện giữa trạm cơ sở chính và trạm cơ sở thứ cấp.

Việc báo hiệu tương tự có thể được thực hiện cho việc thực hiện C-RAN (RAN đám mây - Cloud RAN) gồm đơn vị băng cơ sở trung tâm (central baseband unit (BBU)). Fig.19(a) thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của việc thực hiện C-RAN

gồm bộ phận trung tâm CU điều khiển nhiều đơn vị được phân phối DU₁ đến DU₄. Bộ phận trung tâm CU cung cấp tất cả các tham số truyền đến các DU gồm cấu hình RRC cho lớp thấp hơn, như phần tử mang và các cấu hình kênh logic, cũng như phần của thông tin lập lịch biểu động. Đối với việc truyền đều đặn, bộ lập lịch biểu của các DU có thể tự tạo ra các quyết định lập lịch biểu độc lập gồm thích ứng liên kết; tuy nhiên, khi áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế để truyền dữ liệu đáng tin cậy, như truyền URLLC, CU tạo ra quyết định và chuyển tiếp nó, ví dụ, bởi thông tin điều khiển đường xuống và đường lên (DCI, UCI) tới các DU. Nhiều DU có thể được chứa trong phép truyền gói. Thông tin điều khiển từ CU có thể cho phép các DU truyền cùng thông tin điều khiển PDCCH mà cho phép giải mã thông minh dữ liệu được sao chép như được mô tả ở trên,

Ngoài các tham số cho sự thích ứng liên kết, chế độ MIMO và tương tự, CU cũng có thể cung cấp từ DU với cửa sổ thời gian nhất định trong đó gói phải được truyền hoặc thời gian cực đại, được đếm từ khi nhận gói đến khi gói cần được xóa bỏ. Điều này là có lợi vì nó hỗ trợ việc truyền kịp thời và việc tổ hợp của tín hiệu được nhận của dữ liệu được giải mã tại bộ thu. Trong trường hợp phép giải mã PDCCH tổ hợp được sử dụng hoặc trong trường hợp tài nguyên tĩnh cho URLLC được tạo cấu hình, CU cũng có thể quyết định về sự cấp phát tài nguyên chi tiết, tức là các PRB nào cần được sử dụng tại các DU.

Fig.19(b) thể hiện cách bố trí ô C-RAN cho sự cùng hiện hữu của NR và LTE theo các phương án của sáng chế. Mạng gồm các thành phần không đồng nhất, ví dụ các ô macro và các ô nhỏ. Ô macro được thực hiện như trạm cơ sở RAN đám mây (Cloud-RAN - C-RAN). Trạm cơ sở C-RAN có thể được thực hiện bởi số lượng lớn các cung từ trạm cơ sở, ví dụ từ 3 đến 48 hoặc thậm chí số lượng cung từ cao hơn phụ thuộc vào công suất tính toán và công suất giao diện. Các vị trí điều khiển từ xa hoặc được phân phối, ví dụ các ô nhỏ, cũng như các cung từ của trạm cơ sở có thể tự được nhận ra bởi các hệ thống ăngten điều khiển từ xa hoặc các ăngten thông minh. Chúng có thể được nối với các giao diện ăngten theo tình trạng kỹ thuật, ví dụ giao diện cáp đồng trục hoặc giao diện quang (ví dụ CPRI, OBSAI), hoặc sử dụng các phân chia theo chức năng nhất định. Phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được mở rộng tới sự triển khai C-RAN như được thể hiện trên Fig.19(b). Ví dụ, khi áp

dụng kết tập sóng mang/kết nối kép/đa RAT, RRC RRC của trạm cơ sở RAN đám mây (C-RAN) thứ nhất phải thông báo cho trạm cơ sở C-RAN thứ hai, mà cũng từ đang thực hiện việc truyền song song theo sáng chế (dự phòng/sao chép).

Fig.19(c) thể hiện các ví dụ cho việc phân chia chức năng giữa bộ phận trung tâm (central unit - CU) và bộ phận phân phối (distributed unit - DU) trong cách bố trí ô C-RAN, như được mô tả, ví dụ trong 3GPP TR 38.801 V2.0.0 (2017-3). Sự phân chia chức năng giữa xử lý ăngten và băng cơ sở trong LTE/NR phụ thuộc vào ngăn giao thức cũng như yêu cầu hiệu suất trong ngăn giao thức. Các yêu cầu hiệu suất là các yêu cầu thời gian chờ, ví dụ, các ràng buộc độ trễ được xác định bởi các thông báo ACK/NACK của các giao thức truyền, cũng như yêu cầu thông lượng của các dòng mẫu. Sự phân chia chức năng có khả năng, cụ thể là các tùy chọn 1...8, được mô tả trên Fig.19(c). Ở phía bên trái, Fig.19(c) thể hiện giao diện tới các lớp cao hơn và ở phía bên phải, giao diện tới ăngten hoặc đầu vào vô tuyến (radio frontend - RF) được thể hiện. Phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được mở rộng tới sự triển khai C-RAN như được thể hiện trên Fig.19(c). Ví dụ, khi thực hiện sự phân chia chức năng trong C-RAN, việc truyền song song các gói (dự phòng/sao chép) được cho phép dựa trên sự phân chia chức năng được đồng ý, mà có thể là một trong số các tùy chọn 1 đến 8.

Tùy chọn phân chia ngay sau đây sẽ được giải thích chi tiết hơn. Các tùy chọn phân chia (O3, O5, O7) mà chia các lớp hiện thời thành phần xử lý cao và thấp, có thể có ảnh hưởng cao hơn lên thiết kế giao thức của phép truyền song song (dự phòng/sao chép) theo sáng chế:

- Tùy chọn 1 (phân chia như 1A)

Phân chia chức năng trong tùy chọn này giống như cấu trúc 1A trong kết nối kép (DC). RRC nằm trong bộ phận trung tâm. Lớp vật lý, PDCP, RLC, MAC, và RF nằm trong bộ phận phân phối.

- Tùy chọn 2 (phân chia như 3C)

Phân chia chức năng trong tùy chọn này giống như cấu trúc 3C trong DC. RRC, PDCP nằm trong bộ phận trung tâm. Lớp vật lý, RLC, MAC, và RF nằm trong bộ phận phân phối.

- Tùy chọn 3 (phân chia trong RLC)

Lớp vật lý, MAC, RLC thấp (hàm riêng phần của RLC) và RF nằm trong bộ phận phân phối. PDCP và RLC cao (hàm riêng phần khác của RLC) nằm trong bộ phận trung tâm.

Tùy chọn này cho phép hai phương pháp phân chia trên các yêu cầu thời gian thực và thời gian không thực, cụ thể là tùy chọn phân chia O3-1 (phân chia dựa trên ARQ), hoặc tùy chọn phân chia O3-2 (phân chia dựa trên TX RLC và RX RLC).

- Tùy chọn 4 (phân chia RLC-MAC)

Lớp vật lý, MAC, và RF nằm trong bộ phận phân phối. PDCP và RLC nằm trong bộ phận trung tâm.

- Tùy chọn 5 (phân chia trong MAC)

Lớp vật lý, RF và một số phần của lớp MAC (ví dụ HARQ) nằm trong bộ phận phân phối. Lớp phía trên nằm trong bộ phận trung tâm.

- Tùy chọn 6 (phân chia MAC-PHY)

Lớp vật lý, và RF nằm trong bộ phận phân phối. Các lớp phía trên nằm trong bộ phận trung tâm.

- Tùy chọn 7 (phân chia trong PHY)

Phần của hàm lớp vật lý, và RF nằm trong bộ phận phân phối. Các lớp phía trên nằm trong bộ phận trung tâm.

Tùy chọn này cho phép ba phương pháp phân chia:

1. O7-1: Trong các hàm loại bỏ UL, FFT, CP và lọc PRACH có khả năng nằm trong DU, phần còn lại của hàm PHY nằm trong CU. Các chi tiết về ý nghĩa của việc lọc PRACH phải được xác định. Trong các hàm CP và DL, iFFT nằm trong DU, phần còn lại của hàm PHY nằm trong CU.

2. O7-2: Trong các hàm loại bỏ UL, FFT, CP, khử ánh xạ tài nguyên và lọc trước có khả năng nằm trong DU, phần còn lại của các hàm PHY nằm trong CU. Các chi tiết về ý nghĩa của việc lọc trước phải được xác định. Trong các hàm bổ sung DL, iFFT, CP, ánh xạ tài nguyên và mã hóa trước nằm trong DU, phần còn lại của các hàm PHY nằm trong CU.

3. O7-3: Chỉ bộ mã hóa nằm trong CU, và phần còn lại của hàm PHY nằm trong DU

- Tùy chọn 8 (phân chia PHY-RF)

Chức năng RF nằm trong bộ phận phân phối và lớp phía trên nằm trong bộ phận trung tâm, ví dụ như giao diện CPRI hoặc OBSAI được sử dụng trong các mạng LTE.

Phụ thuộc vào tùy chọn phân chia được lựa chọn của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), nhiều phiên bản gói dữ liệu khác nhau được cung cấp bởi đơn vị băng cơ sở trung tâm hoặc bởi một hoặc nhiều trong số nhiều bộ phận phân phối.

Dự phòng/sao chép gói đường lên sử dụng sự cấp quyền DCI thông qua PDCCH

Trong phần sau đây, các phương án sẽ được mô tả về sự dự phòng/sao chép gói đường lên.

Theo cách tương tự như trạm cơ sở có thể quyết định cho sự dự phòng/sao chép gói đường xuống, nó cũng có thể quyết định cho sự dự phòng/sao chép gói đường lên. Trạm cơ sở có thể gửi chỉ báo tới UE để gửi các phiên bản gói đường lên khác nhau thông qua các tài nguyên vật lý đường lên khác nhau về phía mạng truy cập ngẫu nhiên, ví dụ, về phía trạm cơ sở.

Thay vì gửi nhiều cấp quyền đường lên, cấp quyền đường lên PDCCH đơn có thể khởi động việc truyền trên các tài nguyên vật lý cho sự chuyển tiếp đường lên. Thông tin điều khiển cho đường lên có thể được suy ra từ sự cấp quyền đường lên, trong trường hợp các tham số giống nhau được sử dụng cho các tài nguyên vật lý khác nhau, hoặc nó có thể được suy ra từ cấu hình trước RRC trước đó mà có thể được áp dụng cho các tài nguyên vật lý khác. Giao thức RRC có thể cung cấp các cấu hình SPS khác nhau cho các tài nguyên khác nhau. Cấu hình này không chỉ gồm sự cấp phát tài nguyên chính xác về mặt các PRB, mà còn hoàn thiện các tập hợp cấu hình RRC như được mô tả ở trên.

Sự cấp quyền đường lên PDCCH đơn hỗ trợ sự dự phòng/sao chép gói có thể cho phép UE suy ra tất cả các tham số truyền yêu cầu để truyền trên nhiều tài nguyên vật lý trong đường lên. Theo các phương án, các tham số nhất định có thể vẫn động và có thể được chứa trong PDCCH. Ví dụ, nếu có sự thích ứng liên kết độc lập, hai định dạng truyền tải/sơ đồ điều biến mã hóa có thể được báo hiệu trong cấp quyền đường lên PDCCH cho sự dự phòng/sao chép gói đối với hai tài nguyên vật lý khác nhau.

Từng tài nguyên vật lý có thể sử dụng sự nhảy tần bằng cách sử dụng các chuỗi bước nhảy được xác định trước, các tài nguyên của liên kết thứ hai có thể được suy ra hoàn toàn bởi các tài nguyên của liên kết thứ nhất, ví dụ, bằng cách bù tương ứng hoặc một số phép ánh xạ tài nguyên được định trước.

Theo phương án này, phí tổn kênh điều khiển kết hợp với sự cấp quyền đường lên có thể được lưu và, trong các phương án khác nữa, việc giải mã thông minh tại bộ thu có thể là có khả năng. Bên cạnh việc giải mã riêng rẽ từng phép truyền, tín hiệu nhận bởi đường lên cũng có thể được tổ hợp tại trạm cơ sở. Các ví dụ là, như ở trên, để sử dụng quy trình HARQ đơn cho việc tổ hợp mềm hoặc để sử dụng việc tổ hợp tỷ số cực đại giữa các tín hiệu nhận khác nhau biểu diễn các phiên bản gói đường lên khác nhau. Trong trường hợp các liên kết khác nhau cho kết nối kép, các bit mềm được lượng tử hóa của tín hiệu được nhận có thể được chuyển từ UE tới bộ thu.

Xử lý UE đường lên của sự dự phòng/sao chép gói

Theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, mà đã được mô tả ở trên đối với đường xuống, có thể áp dụng đồng đều cho sự truyền đường lên.

UE có thể nhận một hoặc nhiều sự cấp quyền PDCCH mà cho phép UE truyền dữ liệu trong đường lên trên các tài nguyên vật lý theo cách được phối hợp. Việc truyền đường lên PDSCH có thể được mã hóa riêng rẽ bởi UE và được giải mã tại trạm cơ sở theo cách được tổ hợp. Nếu định dạng giống nhau hoặc khác nhau được sử dụng trong đường lên cho sự dự phòng/sao chép gói, việc xử lý UE có thể được đơn giản hóa bởi chuỗi xử lý lớp vật lý chung. Ngay cả nếu nhiều phép truyền trên các tài nguyên vật lý khác nhau được thực hiện, quy trình mã hóa đơn có thể cung cấp sự tiết kiệm năng lượng và tiết kiệm độ phức tạp UE.

Fig.20 thể hiện chuỗi xử lý lớp vật lý, trong đó Fig.20(a) thể hiện chuỗi xử lý đơn sẽ được thực hiện song song đối với từng phép truyền dữ liệu, và Fig.20(b) thể hiện chuỗi xử lý đơn sẽ được thực hiện cho chuỗi xử lý được chia sẻ cho nhiều phép truyền dữ liệu theo các phương án của sáng chế. Từ đỉnh của các chuỗi tương ứng, các khối truyền tải được phân phối bởi lớp MAC đến lớp vật lý và sẽ được xử lý từng bước một. Do sự thích ứng liên kết, có thể có sự mã hóa thích ứng, sự điều biến thích

ứng và MIMO thích ứng. Sự tham số hóa chính xác của các bước xử lý tín hiệu có thể được thực hiện bởi bộ lập lịch biểu trạm cơ sở, và quyết định lập lịch biểu có thể được tạo ra bởi trạm cơ sở mà báo hiệu các quyết định thông qua sự cấp quyền đường lên PDCCH. Các tham số tương ứng được cho cùng với các gói tới lớp vật lý. Theo các phương án của sáng chế, các tham số tương tự được sử dụng cho nhiều tài nguyên vật lý sao cho độ phức tạp xử lý lớp vật lý có thể được giảm đáng kể. Ví dụ, khi xem xét LTE có thể có sự tính toán kiểm tra dư vòng (cyclic redundancy check - CRC) đơn. Phụ thuộc vào các đặc tính của các phép truyền khác nhau, ví dụ, phân đoạn, mã hóa, thay thế, nối chuỗi, xáo trộn, điều biến và tương tự, tất cả có thể là giống nhau cho các liên kết khác nhau và có thể được thực hiện chỉ một lần dù có nhiều phép truyền vật lý. Điều này được mô tả dưới dạng sơ đồ trên Fig.20(b) thể hiện chỉ các bước xử lý được đề cập ở trên sẽ được thực hiện chỉ một lần, và quy trình dự phòng/sao chép theo sáng chế đạt được bởi các phép ánh xạ tài nguyên. Nói cách khác, sau khi điều biến, dữ liệu URLLC được xáo trộn được điều biến, được mã hóa, được bảo vệ có thể được ánh xạ lên nhiều tài nguyên vật lý mà sao đó được điều biến OFDM.

Trong trường hợp tài nguyên vật lý thứ hai là từ RAT khác nhau, không chỉ việc ánh xạ tài nguyên và kỹ thuật truy cập có thể khác nhau, mà còn cả việc xử lý chung. Ví dụ, các RAT khác nhau có thể sử dụng các sơ đồ mã hóa khác nhau. Ví dụ, 5G/NR có thể hỗ trợ các mã cực và LDPC, trong khi LTE được dựa trên việc mã hóa turbo.

Trong trường hợp truyền dữ liệu đường lên, điều này có thể chỉ áp dụng cho kênh dữ liệu đường lên, ví dụ, kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH). Vì sự cấp quyền đường lên được nhận từ trạm cơ sở, chỉ có giải mã cho kênh điều khiển PDCCH và UE. Tuy nhiên, sự dự phòng/sao chép gói có thể cũng được mở rộng tới các liên kết phụ. Liên kết phụ của UE có thể truyền sự báo hiệu PDCCH trên kênh điều khiển phụ (PSCCH). Trong trường hợp định dạng truyền tương tự được sử dụng cho nhiều liên kết, chuỗi xử lý PSCCH có thể được đơn giản hóa theo cách tương tự như được thể hiện trên Fig.20 bằng cách xử lý chung và bằng cách ánh xạ cùng dữ liệu điều khiển được xáo trộn, được điều biến, được mã hóa, được bảo vệ lên nhiều tài nguyên vật lý. Các chuỗi xử lý khác nhau có thể được cung cấp cho các kênh điều khiển và các kênh dữ liệu vì độ tin cậy khác nhau có thể được yêu cầu cho các kênh khác nhau và do đó

việc điều biến, mã hóa khác nhau và tương tự có thể được sử dụng. Trong khi kênh dữ liệu có thể, ví dụ, sử dụng các mã LDPC, kênh điều khiển có thể sử dụng các mã cực.

Đồng bộ hóa thời gian đường lên cho sự dự phòng/sao chép gói

Như được mô tả ở trên, sự đồng bộ hóa thời gian là tham số phối hợp quan trọng cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Trong khi đối với đường xuống, việc truyền nhiều tài nguyên ở cùng thời điểm, ví dụ, cùng khe nhỏ, khe hoặc khung con, có thể có lợi, điều này có thể khó khăn hơn để nhận tra ở đường lên do giới hạn năng lượng. Ví dụ, năng lượng truyền cực đại của UE có thể được giới hạn tới 23 dBm trong trường hợp là LTE. Giới hạn này có hiệu lực cho tất cả các phép truyền, và trong trường hợp có nhiều phép truyền, năng lượng truyền cực đại này cần được tách trong tất cả các phép truyền. Năng lượng trên mỗi tài nguyên vật lý giảm có thể gây ra sự giảm chất lượng nhận vì tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (Signal-to-Interference-Noise Ratio - SINR) giảm theo.

Theo các phương án của sáng chế, việc truyền khác nhau cho sự dự phòng/sao chép gói có thể được làm dao động (dịch chuyển) kịp thời trong đường lên. Ví dụ, trong trường hợp kết tập sóng mang, tín hiệu đường lên của các sóng mang khác nhau có thể được đồng bộ hóa theo thời gian sao cho, trong khi phiên bản gói nhất định trên sóng mang #1 có thể được gửi tại khe nhỏ, khe hoặc khung con ở chỉ số thời gian N, phiên bản gói dữ liệu khác có thể được gửi trên sóng mang #2 tại khe nhỏ, khe hoặc khung con tại chỉ số thời gian N+1. Bằng cách làm dao động các phép truyền, năng lượng truyền không được chia trong hai tài nguyên vật lý.

Trong các phương án sử dụng kết nối kép, hai nút có thể được đồng bộ theo thời gian. Hơn nữa, phụ thuộc vào khoảng cách của UE tới hai vị trí, độ trễ lan truyền qua không khí có thể là khác nhau. Do đó, trong trường hợp kết nối kép, khoảng trống bổ sung theo thời gian có thể được đưa vào giữa hai phép truyền của các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên vật lý. UE có thể phân biệt giữa các tài nguyên vật lý có cùng phép định thời và giữa các tài nguyên vật lý có phép định thời khác nhau. Đối với các tài nguyên vật lý với phép định thời khoảng trống truyền khác nhau có thể được đưa vào là khung và biểu tượng được căn chỉnh. Nó cũng được sử dụng khi điểm truyền được căn chỉnh thời gian nhưng yêu cầu phép định thời trước khác nhau do độ

trễ lan truyền ví chúng nằm tại vị trí xa theo vật lý. Nó có thể được ưu tiên truyền trước hết trên các sóng mang của phép định thời mà không có khoảng trống truyền, ví dụ, nhóm ô chính sử dụng kết tập sóng mang, và sau đó di chuyển đến liên kết/vị trí khác với khoảng trống truyền và để truyền lần nữa trên các tài nguyên này với cùng phép định thời mà không có khoảng trống truyền. Điều này tránh bỏ sung nhiều khoảng trống truyền. Fig.21 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phép truyền đường lên được dịch chuyển thời gian trên nhiều tần số (phân tập tần số) và sử dụng nhiều vị trí (phân tập không gian). Ô macro 106₁ gồm trạm cơ sở ô macro MeNB₁ cũng như nhiều nhóm ô nhỏ SC₁ và SC₂. Trạm cơ sở ô macro MeNB₁ có thể áp dụng kết tập sóng mang và truyền đến UE, mà không có khoảng trống truyền, trong khi khoảng trống truyền được đưa vào khi truyền thông qua các ô thứ cấp SC₁, SC₂, do khoảng cách không gian từ trạm cơ sở ô macro MeNB₁.

Theo phương án, UE có thể bắt đầu phép truyền được làm dao động của các phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo thời gian, thay vì theo tần số hoặc không gian, trong trường hợp UE ở trạng thái giới hạn năng lượng. Nói cách khác, trong trường hợp năng lượng truyền không đủ cho tất cả các liên kết sẽ được sử dụng cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, UE có thể bắt đầu dịch chuyển các phép truyền trên các tài nguyên vật lý khác nhau theo thời gian.

Chế độ tự quản

Trong các phương án được mô tả trước đây, chế độ lập lịch biểu trạm cơ sở đã được sử dụng. Trạm cơ sở cung cấp cho UE cấu hình RRC bán tĩnh và/hoặc tạo ra các quyết định lập lịch biểu mà được truyền thông tới UE thông qua sự cấp quyền đường lên MAC CE hoặc PDCCH.

Trạm cơ sở có thể không nhận thấy đầy đủ các điều kiện là UE, chẳng hạn như các liên kết khả dụng, sóng mang, tốc độ UE, công suất truyền, nhiễu, ngưỡng tín hiệu và tương tự. UE có thể thực hiện một số phép đo và báo cáo các kết quả đo cho trạm cơ sở trên cơ sở mà trạm cơ sở có thể đưa ra quyết định. Điều này có thể gây ra phí tổn báo hiệu, có thể không chính xác và kết quả phép đo có thể được báo cáo với độ trễ. Do đó, theo các phương án, quyết định về việc áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế và lượng dự phòng/sao chép có thể được tự thực hiện bởi UE

hoặc tự thực hiện trong phạm vi được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở. Điều này có thể làm giảm độ trễ cho lưu lượng truyền loạt mà không dự báo được như, trong chế độ tự quản, UE không cần gửi bất kỳ yêu cầu lập lịch biểu nào cho trạm cơ sở và không phải đợi sự cấp quyền.

Trạm cơ sở có thể tạo cấu hình UE bằng cách báo hiệu điều khiển thích hợp nếu nó được cho phép để sử dụng chế độ tự quản hay không. Khi vận hành trong chế độ tự quản, các tài nguyên của các sóng mang/liên kết khác nhau cần được dự trữ, ví dụ, bằng cách cung cấp các cấu hình SPS hoặc phép truyền không trực giao có thể được sử dụng, ví dụ, trên kênh truy cập ngẫu nhiên với một số khả năng dữ liệu hoặc truy cập cấp quyền tự do khác có thể được áp dụng. Việc sử dụng chế độ tự quản có thể được cho phép dựa trên các ngưỡng được tạo cấu hình của các phép đo cường độ tín hiệu UE sao cho, ví dụ, ở mép ô hoặc ngay cả khi ngoài vùng phủ sóng, sự truy cập không trực giao cấp quyền tự do có thể ít gây hại cho những người dùng khác được điều khiển bởi trạm cơ sở. Các thuật toán lựa chọn tài nguyên trong UE có thể được tạo cấu hình để tránh xung đột với những người dùng khác mà lựa chọn cùng tài nguyên. Việc ngăn ngừa xung đột có thể được thực hiện trước để tránh bổ sung độ trễ bất kỳ trong suốt quá trình truyền.

Trong chế độ tự quản, không phải mọi quyết định được tạo ra bởi UE nhưng các quyết định của UE có thể được giới hạn trong phạm vi tham số được cung cấp bởi trạm cơ sở. Ví dụ, trạm cơ sở có thể tạo cấu hình các mức cường độ tín hiệu, và UE sẽ đo các biểu tượng chuẩn của trạm cơ sở trên các liên kết khác nhau, để hỗ trợ lựa chọn tài nguyên bởi UE. Trong trường hợp có kết nối mạnh và đáng tin cậy tới trạm cơ sở, chất lượng liên kết có thể đủ ngay cả đối với dịch vụ URLLC và trong trường hợp này, UE có thể quyết định để không áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Tuy nhiên, nếu UE nằm ở mép ô giữa các ô, có khả năng gây nhiễu đáng kể cho ô lân cận, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể yêu cầu tăng độ tin cậy tới mức mong muốn. Dựa trên các ngưỡng được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở, UE có thể quyết định để sử dụng nhiều hoặc ít phân dự phòng hơn, tức là, để gửi chỉ một phiên bản dự phòng hoặc nhiều phiên bản dự phòng. UE cũng có thể thực hiện các phép đo ngắn hạn và/hoặc dài hạn trên các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng cho các phép truyền.

Bên cạnh các phép đo, ngoài khoảng cách của UE từ trạm cơ sở có thể là tiêu chuẩn cho quyết định liệu phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có được áp dụng hay không. Khoảng cách có thể được suy ra bởi phép đo tổn hao đường dẫn, bởi phép định thời trước UE hoặc bởi các phương tiện khác, như GPS.

Theo các phương án, sự chuyển vùng có thể được nhận thấy như sự chuyển vùng độ trễ bằng không mà có nghĩa là liên kết thứ hai sẽ được thiết lập trước khi liên kết thứ nhất được loại bỏ. Trong trường hợp này, có ít nhất hai liên kết tới hai trạm cơ sở khả dụng, và UE có thể nhận thấy điều này và sử dụng, trong suốt quá trình chuyển vùng, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Điều này cũng có thể được áp dụng cho các quá trình chuyển vùng trong tần số, liên tần số, liên RAT và thậm chí liên hệ thống (giao diện vô tuyến 3GPP và khác 3GPP).

Dữ liệu tới hạn độ trễ, như các gói hoặc dữ liệu được cung cấp bởi dịch vụ URLLC có thể xảy ra đối với truyền thông phương tiện tới mọi thứ (vehicle-to-everything - V2X) và phương tiện tới phương tiện (vehicle-to-vehicle - V2V), và quyết định để áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể phụ thuộc vào tốc độ UE. Tốc độ UE có thể được phân hạng trong các trạng thái khác nhau, như tốc độ thấp, trung bình và cao. Phụ thuộc vào tốc độ của UE, quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được sử dụng hoặc không. Việc hỗ trợ phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế và các ngưỡng/giới hạn tương ứng có thể được biểu thị bởi trạm cơ sở, ví dụ, khi truyền khối thông tin hệ thống (SIB) cho dịch vụ URLLC hoặc cho phiên URLLC. Ví dụ, nếu UE đợi tại vị trí giao cắt phép truyền gói cực tin cậy có thể không được cần đến, trong khi dịch chuyển ở tốc độ cao hơn, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được cần đến. Dữ liệu lịch sử cũng có thể được cần đến. Ví dụ, trong trường hợp trạm cơ sở nhận ra rằng UE có số lượng thay đổi/chuyển vùng ô nhất định trong quá khứ, phương pháp dự phòng/sao chép gói có thể luôn được xem xét là UE được giả định là đang chuyển động.

Năng lượng truyền UE có thể là tiêu chuẩn và trong trường hợp UE gần với năng lượng cực đại của nó, cũng được đề cập đến như trạng thái giới hạn năng lượng, sự dự phòng/sao chép gói của các tài nguyên vật lý trong khung con, khe hoặc khe nhỏ có thể không có khả năng nữa, và UE có thể chuyển đổi sang sự cấp phát tài nguyên dịch chuyển thời gian. Trong trường hợp này, dù sao thì trạm cơ sở theo dõi tín hiệu

UE trong cửa sổ hoặc nó đã được thông báo bởi UE về trạng thái giới hạn năng lượng này trước, ví dụ, bởi báo cáo khoảng trống công suất. Trong trường hợp truyền song song không có khả năng, trong trạng thái giới hạn năng lượng, các liên kết có độ tin cậy thấp hơn có thể được loại bỏ vì lợi ích của các liên kết có độ tin cậy cao hơn. Hơn nữa, các phép truyền của dữ liệu tới hạn không thể có thể được tạm ngừng. Các quyết định này có thể được tạo ra dựa trên các phép đo cường độ tín hiệu được thực hiện bởi UE.

Phân tập RRC

Trong các phương án được mô tả ở trên, các kỹ thuật dự phòng/sao chép đã được áp dụng cho dữ liệu người dùng để được truyền, ví dụ, đối với phép truyền dữ liệu tin cậy của các dịch vụ URLLC. Tuy nhiên, theo các phương án nữa, cơ chế tương tự có thể được áp dụng để tạo ra việc báo hiệu điều khiển, ví dụ, báo hiệu điều khiển RRC, độ tin cậy cao hơn và nhanh hơn. Điều này cũng được đề cập đến như kênh điều khiển hoặc phân tập RRC, dự phòng/sao chép RRC, hoặc dự phòng/sao chép điều khiển RRC. Ví dụ, phân tập RRC có thể hữu ích cho kết nối nhiều RAT khi xem xét LTE và 5G/NR. Trong khi liên kết 5G/NR có thể nhanh hơn, liên kết LTE chậm hơn có thể đáng tin cậy hơn. Phân tập RRC có thể tạo cấu hình phân tử mang vô tuyến báo hiệu cụ thể. Trong trường hợp ở trạng thái giới hạn năng lượng, UE có thể hạ xuống trở lại liên kết đáng tin cậy hơn. Phân tập RRC cũng có thể được giới hạn đến các thủ tục tới hạn nhất định như thiết lập lại liên kết vô tuyến hoặc chuyển vùng. Trong trường hợp phân tập RRC đa RAT, các thông báo RRC tự có thể được truy cập kỹ thuật cụ thể.

Báo hiệu phản hồi đường lên để hỗ trợ dự phòng dữ liệu đường xuống

Đối với trạm cơ sở, hàm quyết định cho quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế, trừ khi được tạo cấu hình bán tĩnh, có thể được định vị trong lớp PDCP hoặc lớp MAC. Theo các phương án sau đây, các quyết định có thể được dựa trên tiêu chuẩn/thông tin khác nhau được suy ra.

Phản hồi HARQ chung

Đối với từng phiên bản gói dữ liệu mà đã được truyền, phản hồi HARQ có thể được gửi theo hướng nghịch đảo. Nếu có phép truyền dữ liệu đường xuống, sự báo

nhận ACK hoặc không báo nhận NACK có thể được gửi trong đường lên trong thời gian cụ thể. Sau khi mã hóa, phép kiểm tra CRC được sử dụng cho sự phát hiện lỗi. Đối với kết tập sóng mang cũng như đối với kết nối kép, nhiều ACK/NACK có thể được gửi cho mọi phiên bản mà được truyền trên sóng mang hoặc liên kết bất kỳ. Đối với MIMO, các ACK/NACK dồn kênh không gian có thể được gửi cho từng từ mã được truyền trong các miền không gian khác nhau. Phí tổn từ các ACK/NACK tăng với việc tăng các sóng mang, liên kết, lớp MIMO và vân vân. Các ACK/NACK tương ứng có thể được mã hóa và được truyền chung như phép truyền nhiều ACK/NACK.

Để tránh phí tổn báo hiệu, theo các phương án, chỉ các ACK/NACK đơn được tạo ra cho phiên bản gói dữ liệu, tức là không có các ACK/NACK cho dữ liệu được truyền trên từng liên kết mà chỉ có NACK/ACK đơn. Điều này có lợi vì nó sẽ giảm phí tổn. Hơn nữa, độ tin cậy của NACK/ACK có thể tăng vì phép mã hóa mạnh hơn có thể được sử dụng cho ít bit thông tin hơn.

Theo phương án khác, việc báo hiệu các ACK/NACK có thể chứa thông tin bổ sung về tài nguyên vật lý nào đã cung cấp ACK và tài nguyên vật lý nào đã cung cấp NACK. Thông tin này có thể hữu ích cho việc thích ứng động quyết định dự phòng/sao chép gói, ví dụ, sau khi số lượng NACK thành công, liên kết không đáng tin cậy nhất định có thể được loại bỏ khỏi tập hợp các liên kết khả dụng sẽ được sử dụng cho quy trình theo sáng chế.

Phản hồi chỉ NACK

Vì số lượng các lỗi khối cho các dịch vụ truyền thông có độ tin cậy cực cao có thể là cực thấp, theo các phương án, việc báo hiệu phản hồi HARQ có thể được giới hạn chỉ cho các NACK. Trong trường hợp truyền NACK hiếm, phép mã hóa mạnh hơn có thể được sử dụng, khi so sánh với các thông báo ACK/NACK được gửi cho mọi phép truyền. Sau NACK, việc tạo cấu hình lại của hàm dự phòng/sao chép có thể xảy ra để tạo ra phép truyền đáng tin cậy trở lại.

Đề xuất UE cho sự sao chép dữ liệu

Theo các phương án, UE có thể đề xuất tập hợp các tài nguyên vật lý cho sự dự phòng/sao chép gói đường xuống tới trạm cơ sở. Đề xuất có thể dựa trên thông tin được cung cấp bởi UE để hỗ trợ trạm cơ sở với quy trình dự phòng/sao chép, ví dụ,

thông tin biểu thị độ tin cậy của liên kết truyền nhất định. Ví dụ, liên kết truyền gây ra số lần truyền lại có thể được xem xét không đáng tin cậy và có thể được biểu thị tới trạm cơ sở là không phù hợp cho quy trình dự phòng/sao chép gói.

Cuối cùng, trạm cơ sở có thể quyết định về việc áp dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế dựa trên thông tin khả dụng và có thể không theo đề xuất của UE. UE có thể đề xuất các sóng mang và các liên kết cụ thể cho phép truyền. UE cũng có thể đề xuất số lượng phép truyền cho gói trên các tài nguyên giống hoặc khác nhau.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng kết tập sóng mang

Trong phần sau đây, các phương án của phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết tập sóng mang sẽ được mô tả. Fig.22 thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết tập sóng mang. Ngăn giao thức gồm lớp PDCP, lớp RLC và lớp MAC. Một trong số các phần tử mạng vô tuyến được kết hợp với dịch vụ URLLC. Sự dự phòng/sao chép gói gồm sự sao chép gói ở lớp MAC, như được biểu thị dưới dạng sơ đồ tại 150. Lớp MAC nhận các đơn vị dữ liệu gói (PDU) RLC đơn từ kênh logic mà được kết hợp với dịch vụ URLLC và sự dự phòng/sao chép gói được biểu thị. Sự dự phòng/sao chép gói được thực hiện bởi lớp MAC mà sao chép PDU được nhận. Các PDU được sao chép được gửi bởi lớp MAC về phía nhiều kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH) trên các sóng mang thành phần (CC) khác nhau. Một trong số các sóng mang thành phần có thể là sóng mang sơ cấp PCI và sóng mang thành phần khác có thể là sóng mang thứ cấp SC như được thể hiện trên Fig.3.

Dựa trên đặc trưng QoS và cấu hình MAC thu được bởi lớp RRC, như được mô tả ở trên, thực thể lớp MAC quyết định cách để điều khiển dự phòng/sao chép gói và cách để phân phối chúng qua nhiều liên kết thứ cấp sao cho, theo các phương án nữa, các sóng mang thành phần bổ sung có thể được sử dụng cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế.

Theo các phương án, lớp PDCP có thể cung cấp cho bộ đệm truyền 152 mà đệm các gói IP mới tới từ mạng lõi. Các gói có thể được xử lý trước trước quy trình lập lịch biểu thực tế tại lớp MAC. Việc xử lý trước có thể gồm các hàm PDCP như bảo mật

nén tiêu đề và tạo ra các tiêu đề lớp PDCP (ví dụ, gồm số chuỗi lớp PDCP). Một khi lớp MAC lập lịch biểu phép truyền, các gói dữ liệu được lấy từ lớp PDCP và được xử lý tất cả các cách thông qua ngăn giao thức. Vì lớp RLC có thể có chế độ truyền lại, nó có thể đệm các gói đến khi chúng được báo nhận. Fig.22 thể hiện bộ đệm tương ứng 154 mà có thể nằm trong lớp MAC. Theo các phương án, bộ đệm 152 có thể được chia sẻ.

Trong phương án của Fig.22, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế được biểu thị cho một phần tử mang vô tuyến dữ liệu mà phục vụ dịch vụ URLLC trên cơ sở kết tập sóng mang. Dựa trên cấu hình RRC hoặc dựa trên các bộ khởi động lập lịch biểu, lớp MAC cung cấp cho phần dự phòng của các gói mà được truyền thông qua nhiều sóng mang thành phần của cùng UE. Phương án được mô tả dựa vào Fig.22 có thể thực hiện tất cả các phương án được mô tả trước đây liên quan đến những cải tiến trong việc báo hiệu cho việc thực hiện quy trình dự phòng/sao chép theo sáng chế.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng kết nối kép

Fig.23 thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép. Theo cách tương tự như Fig.22, ngăn giao thức đường xuống được thể hiện, cho kết nối kép. Việc phân chia theo kết nối kép được thực hiện tại lớp PDCP, khác với kết tập sóng mang, mà nó diễn ra tại lớp MAC. Có các loại phần tử mang khác nhau, cụ thể là phần tử mang nhóm ô MeNB 160, phần tử mang nhóm ô SeNB 162 và phần tử mang phân chia 164. Khi so sánh với ngăn thông thường, ngăn MeNB gồm phần tử phân chia bổ sung 166 trong lớp PDCP thực hiện thuật toán để chuyển tiếp thích ứng các đơn vị dữ liệu gói thông qua hai liên kết.

PDU cho dịch vụ URLLC được nhận tại MeNB và phân chia tại lớp PDCP sẽ được chuyển tiếp đến SeNB sao cho nó có thể được truyền qua các tài nguyên vật lý riêng rẽ. Do đó, phép truyền có thể thông qua các liên kết, và, như trong phương án của Fig.22, gói được sao chép.

Theo các phương án nữa, như được thể hiện trên Fig.23, tại lớp MAC, một hoặc nhiều trong số các trạm cơ sở có thể áp dụng kết tập sóng mang sao cho sự sao

chép/dự phòng gói bổ sung tập lớp MAC được đưa vào. Theo các phương án khác, không có kết tập sóng mang bổ sung như vậy có thể được thực hiện tại lớp MAC.

Các phương án được mô tả ở trên liên quan đến việc báo hiệu và xử lý trong ngăn giao thức giữa UE và mạng truy cập vô tuyến để thực hiện hoặc điều khiển phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế cũng có thể được thực hiện trong phương án của Fig.23.

Sự dự phòng/sao chép gói theo các phương án được mô tả trên Fig.22 và Fig.23 gồm việc truyền gói dữ liệu và bản sao hoặc bản chép lại của nó. Bản sao/bản chép lại của gói có thể thu được bằng cách áp dụng quy trình HARQ cung cấp việc tổ hợp theo dõi, tuy nhiên, không có bất kỳ yêu cầu truyền lại nào.

Các phương án nữa giống với các phương án được mô tả dựa vào Fig.22 và Fig.23, ngoại trừ là gói không được sao chép nhưng một hoặc nhiều phiên bản dự phòng của nó được truyền, sau đây sẽ được mô tả.

Fig.24(a) thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép trong đó phương pháp theo sáng chế được thực hiện bằng cách mã hóa mạng 156 được báo hiệu ở lớp MAC. Như được đề cập ở trên, thay vì gửi một hoặc nhiều bản sao của gói dữ liệu, ngoài gói dữ liệu, các liên kết khác có thể truyền một hoặc nhiều phiên bản dự phòng khác nhau. Tại lớp MAC, việc dồn kênh mã hóa mạng 156 sau đây được đưa vào để cung cấp các phiên bản dự phòng khác nhau RV_1 đến RV_4 sẽ được truyền trên các sóng mang thành phần tương ứng. Ví dụ, trên mức PHY, sự dự phòng tăng được phân phối có thể được thực hiện để đạt được phân tập liên kết. Các mã hiệu chỉnh xóa như Raptor, LDPC, LT, hoặc các mã mạng được triển khai trên các lớp cao hơn lớp vật lý, có thể được sử dụng ngoài mức PHY. Trong trường hợp này, chỉ một phần của khối truyền tải được truyền qua liên kết vật lý. Bộ thu cần giải mã thành công ít nhất, ví dụ 3 trong số 4 liên kết để có thể khôi phục toàn bộ từ mã. Từng lớp có thể mang phiên bản dự phòng khác và UE cần nhận ra phiên bản dự phòng nào được mang qua liên kết nào. UE có thể nhận sự báo hiệu rõ ràng của các phiên bản dự phòng, hoặc mẫu cố định có thể được sử dụng. Đối với HARQ tiềm năng, các phiên bản RV có thể được dịch chuyển theo cách để tránh miễn là có khả năng cho sự sao chép dữ liệu. Số lượng

các phiên bản RV phụ thuộc vào sơ đồ FEC được thực hiện và trên cơ chế đâm thủng như được sử dụng trong tiêu chuẩn được sử dụng cho truyền thông. Phép truyền thứ nhất có thể gồm phép truyền dữ liệu và thông tin về tính chẵn lẻ của liên kết thứ nhất, và phiên bản dự phòng thứ nhất RV1 trên liên kết thứ hai. Trong trường hợp việc truyền lại được yêu cầu bởi bộ thu, phép truyền (HARQ) thứ hai có thể gồm phiên bản dự phòng thứ hai RV2 trên liên kết thứ nhất, và phiên bản dự phòng thứ ba RV3 trên liên kết thứ hai. Trong trường hợp có sự truyền lại khác nữa được yêu cầu, phép truyền (HARQ) thứ ba có thể truyền phiên bản dự phòng RV5 trên liên kết thứ nhất và dữ liệu được sao chép và thông tin về tính chẵn lẻ trên liên kết thứ hai. Sự sao chép gói được tránh khỏi miễn là có khả năng.

Theo các phương án, trên các lớp cao hơn, các mã xóa hoặc các mã mạng có thể được sử dụng trong lớp MAC, lớp PDCP hoặc lớp RLC để đạt được sự dự phòng tăng. Các mã mạng có lợi ích mà số lượng gần như không giới hạn của các phiên bản dự phòng mới có thể được tạo ra động trên từng miền liên kết bằng cách tổ hợp các từ mã. Các hệ số mã mạng cần để giải mã có thể được gửi cùng với dữ liệu hoặc có thể được báo hiệu rõ ràng hoặc được suy ra từ mẫu cố định.

Fig.24(b) thể hiện phương án của ngăn giao thức đường xuống LTE để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối kép trong đó phương pháp theo sáng chế được thực hiện bằng cách mã hóa mạng ở các lớp cao hơn như lớp PDCP và được báo hiệu qua nhiều trạm cơ sở để đạt được sự phân tập mã. Theo các phương án khác, mã mạng 168 có thể được thực hiện trên lớp PDCP. Như trong phương án trên Fig.24(a), mã hóa mạng – sau đây được thực hiện tại lớp PDCP – cung cấp các phiên bản dự phòng khác nhau RV₁ đến RV₄ mà được phân phối trong phần tử mang nhóm ô MeNB 160 và phần tử mang nhóm ô SeNB 162 sẽ được truyền thông qua các liên kết được kết hợp của chúng. Như trong phương án của Fig.23, tại lớp MAC, một hoặc nhiều trong số các trạm cơ sở có thể thực hiện kết tập sóng mang sao cho sự sao chép/dự phòng gói bổ sung tại lớp MAC được đưa vào.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng kết nối liên RAT

Các phương án của phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế sử dụng kết nối liên RAT sẽ được mô tả. Đối với sao chép dữ liệu, thông thường, phần tử mang

phân chia có thể được sử dụng để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thông qua hai liên kết. Từng liên kết có thể được phục vụ bởi kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau và phần tử mang phân chia có thể được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở chính mà, theo các phương án, có thể là trạm cơ sở LTE hoặc trạm cơ sở 5G/NR. Fig.25 thể hiện sự biểu diễn dưới dạng sơ đồ của phương án, tương tự với Fig.23, sử dụng kết nối liên RAT.

Fig.25(a) thể hiện phương án mà trong đó phần tử mang thứ nhất 160 là trạm cơ sở chính và phần tử mang thứ hai 162 là trạm cơ sở thứ cấp 5G/NR. Phần tử mang LTE 160 gồm chức năng phân chia trong lớp PDCP để cho phép truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến phần tử mang 5G/NR 162. Các trạm cơ sở được nối bởi giao diện đường nối giữa mạng trung tâm và mạng từ xa được đề cập đến như Xx/Xn, ví dụ giao diện X2 trong LTE.

Fig.25(b) thể hiện phương án tương tự với phương án của Fig.25(a), ngoại trừ là phần tử mang thứ nhất 160 là trạm cơ sở chính 5G/NR và phần tử mang thứ hai 162 là trạm cơ sở thứ cấp LTE.

Trong khi Fig.25 thể hiện các phương án mà trong đó biểu thị phần tử mang phân chia 164 được thiết lập bởi trạm cơ sở chính 160, theo các phương án khác, phần tử mang phân chia cũng có thể được thiết lập bởi trạm cơ sở thứ cấp 162, như được biểu diễn dưới dạng sơ đồ trên Fig.26 thể hiện trên Fig.26(a) và Fig.26(b) các trạm cơ sở thứ cấp tương ứng 162 phù hợp với 5G/NR hoặc LTE và gồm phần tử mang phân chia 164 để cung cấp trạm cơ sở chính 160 với dữ liệu cho phép truyền song song qua các liên kết khác nhau theo quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế.

Do đó, theo các phương án được mô tả ở trên, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện bằng cách cung cấp phần tử mang phân chia để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thông qua hai hoặc nhiều hơn hai liên kết. Các phương án được mô tả ở trên liên quan đến việc truyền gói và nhận nhiều liên kết theo cách phối hợp cũng áp dụng cho khi thực hiện kết nối kép liên RAT. Nói cách khác, như trong trường hợp kết nối kép, lớp PDCP không chỉ đưa ra các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thông qua hai liên kết mà hoạt động độc lập với nhau nhưng phép truyền thực tế trên nhiều liên kết sẽ được phối hợp kịp thời. Phép truyền có thể được

đồng bộ hóa khi có khả năng, và tín hiệu nhận giữa các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau có thể được tổ hợp và phép mã hóa chung có thể được áp dụng.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng MBSFN

Theo các phương án nữa, quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể được thực hiện sử dụng phép truyền MBSFN. Ví dụ, trong phát rộng DVB-T hoặc truyền đa kiểu MBMS mà đã được biết đến trong UMTS và mạng LTE, mạng tần số đơn (SFN) có thể được sử dụng. Trong trường hợp này, tín hiệu tương tự được gửi từ nhiều trạm cơ sở mà có thể được đồng bộ hóa thông qua GPS. Như được thể hiện trên Fig.27, khi sử dụng MBSFN, các trạm cơ sở vận hành từ các vị trí khác nhau và các tín hiệu được tổ hợp tại UE. Phép truyền MBSFN là có lợi vì chất lượng tín hiệu được cải thiện đáng kể khi, thay vì tạo thành cơ sở cho nhiều liên ô (ICI), các tín hiệu từ nhiều bộ phát có thể được tổ hợp, bằng cách đó tăng đáng kể tỷ số SINR. Theo các phương án của sáng chế, các phiên bản gói dữ liệu khác nhau có thể được truyền bằng cách sử dụng phép truyền MBSFN.

Dự phòng/sao chép gói sử dụng FeD2D

Theo các phương án khác, sự chuyển tiếp FeD2D có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Ví dụ, trong kịch bản IoT cá nhân hoặc kịch bản mở rộng bao phủ, UE chuyển tiếp có thể được nối với giao diện di động và tác động như thiết bị đồng hành cho các UE điều khiển từ xa khác, ví dụ UE1 điều khiển từ xa và UE2 điều khiển từ xa. Các UE điều khiển từ xa có thể được nối thông qua LTE, ví dụ sử dụng các biến thể MTC, eMTC hoặc NB-IoT, hoặc thông qua 5G/NR tới UE chuyển tiếp.

Fig.28 thể hiện sơ đồ của phương án theo sáng chế sử dụng việc chuyển tiếp FeD2D để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. UE tác động như sự chuyển tiếp và chuyển tiếp dữ liệu tới các thiết bị điều khiển từ xa khác, ví dụ thiết bị IoT hoặc các thiết bị mang được. Các thiết bị điều khiển từ xa cũng có kết nối với trạm cơ sở. Theo các phương án, trạm cơ sở có thể thực hiện sự sao chép và chuyển tiếp các gói được sao chép qua UE chuyển tiếp để làm tăng phần dự phòng. Các thiết bị điều khiển từ xa có thể giải mã các tín hiệu được nhận từ trạm cơ sở, UE chuyển tiếp hoặc cả hai. Trong kịch bản này, trạm cơ sở có thể gửi một phiên bản của

gói và sự chuyển tiếp có thể gửi các phiên bản khác của nó. Theo các phương án khác, sự chuyển tiếp có thể chuyển mã hoặc chỉ chuyển tiếp các gói dữ liệu nhận được từ trạm cơ sở và chỉ thực hiện sự dự phòng/sao chép gói trên các liên kết UE chuyển tiếp đến UE điều khiển từ xa. Trong trường hợp việc chuyển mã được sử dụng, UE chuyển tiếp có thể truyền nhiều phiên bản nén của dữ liệu đến UE điều khiển từ xa.

Sao chép gói cho truyền thông trực tiếp trên liên kết phụ

Trong phần sau đây, các phương án nữa cho phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế được mô tả trong ngữ cảnh của truyền thông trực tiếp trên liên kết phụ.

Fig.29 thể hiện dưới dạng sơ đồ các phép truyền giữa hai UE sử dụng truyền thông trực tiếp trên liên kết phụ. Fig.29(a) thể hiện phép truyền giữa hai UE được điều khiển bởi bộ lập lịch biểu trạm cơ sở. Trong chế độ được lập lịch biểu của trạm cơ sở, thông thường, cấu hình có thể được cung cấp bằng cách báo hiệu RRC trong khi các quyết định lập lịch biểu được truyền thông qua sự cấp phát/cấp quyền tài nguyên PDCCH. Một khi sự cấp quyền được nhận, UE được cho phép để sử dụng phép truyền trực tiếp tới các UE khác. Fig.29(b) thể hiện phép truyền giữa hai UE được tự điều khiển bởi UE. Chế độ tự quản có thể được sử dụng trong kịch bản ngoài vùng phủ sóng hoặc trong trường hợp dữ liệu tới hạn rất trễ cần được truyền và trong trường hợp phương pháp tập trung thông qua bộ lập lịch biểu trạm cơ sở quá chậm. Trong chế độ tự quản, quyết định lập lịch biểu được thực hiện độc lập bởi UE dựa trên các tham số được tạo cấu hình trước, dựa trên các phép đo UE và/hoặc dựa trên thông tin lập lịch biểu từ đầu cụm. Truyền thông trực tiếp được biểu thị trên Fig.29 là phép truyền thiết bị tới thiết bị (D2D) có thể gồm kênh điều khiển liên kết phụ PSCCH biểu thị các tham số truyền và vị trí đến các bộ thu và liên kết phụ PSSCH chia sẻ kênh dữ liệu với phép truyền dữ liệu thực tế.

Theo các phương án, sự dự phòng/sao chép gói được cho phép dựa trên chỉ báo gói trên gói cho sự truyền thông trực tiếp giữa hai hoặc nhiều hơn hai UE. Fig.30 thể hiện dưới dạng sơ đồ việc thực hiện phép truyền dự phòng/sao chép gói trực tiếp giữa hai UE sử dụng sự truyền thông trực tiếp trên liên kết phụ. Fig.30(a) thể hiện rằng việc truyền giữa hai UE được điều khiển bởi bộ lập lịch biểu trạm cơ sở, và Fig.30(b) thể

hiện rằng việc truyền giữa hai UE được tự điều khiển bởi UE. UE truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến UE mục tiêu trên các tần số khác nhau, như được thể hiện trên Fig.30. Các UE được nối thông qua nhiều liên kết truyền (các tần số khác nhau để cho phép truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các sóng mang khác nhau.

Phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế cho phép dự phòng/sao chép gói trên liên kết phụ là có lợi khi nhiều tài nguyên liên kết phụ vật lý được sử dụng cho phép truyền làm cho việc truyền thông trực tiếp đáng tin cậy hơn, ví dụ, đối với truyền thông URLLC. Theo phương án đơn giản, như được mô tả trên Fig.30, hai tần số được sử dụng cho các phép truyền D2D.

Trong chế độ được lập lịch biểu, như được mô tả trên Fig.30(a), sự cấp quyền trạm cơ sở có thể được sao chép đối với tần số F1 và F2 sao cho sự cấp quyền đơn có thể lập lịch biểu nhiều phép truyền liên kết phụ. Sự cấp quyền được cấp bởi trạm cơ sở cũng có thể kích hoạt sự cấp phát tài nguyên lập lịch biểu bán ổn định (SPS) hoặc sự truyền cấp quyền tự do. Trong kịch bản này, UE có thể truyền dữ liệu theo phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế trong các tài nguyên được tạo cấu hình trước. Điều này có lợi khi nó không yêu cầu gửi sự cấp quyền cho từng phép truyền D2D và cho phép chế độ lập lịch biểu sẽ được sử dụng ngay cả đối với dữ liệu tới hạn cực trễ. Trong trường hợp (các) tài nguyên định kỳ không đều lập lịch biểu bán ổn định (SPS) có thể được tạo cấu hình để được sử dụng bởi UE đến khi việc tạo cấu hình lại diễn ra hoặc các tài nguyên được giải phóng. Trạm cơ sở có thể cung cấp cho quyết định cấu hình SPS dựa trên các phép đo cảm biến mà được nhận trước đó từ UE. Một khi UE đã được tạo cấu hình bởi trạm cơ sở và một khi dữ liệu khả dụng trong UE, UE có thể sử dụng các tài nguyên được ấn định trước để thực hiện phương pháp dự phòng/sao chép trên các sóng mang khác nhau.

Trong trường hợp liên kết giữa trạm cơ sở và UE1 trên Fig.30 được xem xét là đáng tin cậy, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế không được yêu cầu trên liên kết này và sự cấp quyền đơn có thể là đủ. Tuy nhiên, UE2 có thể không nằm trong phạm vi bao phủ của trạm cơ sở sao cho UE1 đóng vai trò là sự chuyển tiếp và có thể sử dụng phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế cho liên kết D2D. Theo các phương án, phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế thông qua liên kết D2D được sử dụng trong kịch bản phương tiện tới phương tiện, đặc biệt là các kịch

bản liên quan đến việc tự lái. Phụ thuộc vào độ mạnh của từng liên kết riêng rẽ, việc sử dụng phương pháp dự phòng/sao chép theo sáng chế có thể được quyết định.

Kỹ thuật được mô tả ở trên dựa vào Fig.30 cũng có thể được sử dụng cho phép truyền đa chặng, tức là sử dụng UE2 như sự chuyển tiếp khác cho kết nối thông qua các sóng mang khác nhau tới UE thứ ba. Truyền thông trực tiếp được mô tả ở trên và cũng được mô tả trong các phương án ở trên cho sự dự phòng/sao chép gói có thể được áp dụng, gồm các kỹ thuật để tổ hợp việc báo hiệu điều khiển khung như báo hiệu dữ liệu mà có thể được áp dụng cho kênh điều khiển liên kết phụ PSCCH và kênh dữ liệu liên kết phụ PSSCH. Ngoài ra, theo các phương án, sự cấp quyền PDCCH đơn có thể khởi động nhiều phép truyền liên kết phụ và, hơn nữa, chuỗi xử lý UE đơn có thể được sử dụng và các phép truyền có thể được dịch chuyển thời gian trên các tài nguyên khác nhau hoặc có thể được báo cáo trên cùng tài nguyên. UE có thể được tạo cấu hình để tự lựa chọn các tài nguyên hoặc có thể theo chế độ lập lịch biểu cơ sở UE. Ngoài ra, báo hiệu phản hồi UE được mô tả ở trên có thể được áp dụng.

Theo các phương án nữa, các tài nguyên vật lý cho các quy trình dự phòng/sao chép gói theo sáng chế có thể gồm thuật toán lựa chọn tài nguyên địa lý để lựa chọn các tài nguyên dựa trên các vùng mà UE đang được định vị. Điều này có lợi ở chỗ các tài nguyên vật lý có thể dựa trên vị trí UE mà có thể giảm mức nhiễu hoặc trở ngại trong khi vẫn cho phép sử dụng lại các tài nguyên theo không gian. Theo chế độ được lập lịch biểu được mô tả ở trên (xem Fig.30a), chỉ báo cho phần dự phòng/sao chép gói trên liên kết D2D có thể được tạo cấu hình bán tĩnh bằng cách báo hiệu RRC trước đó hoặc có thể được gửi động trong từng quá trình cấp phát tài nguyên PDCCH. Trong khi việc báo hiệu RRC có thể tiết kiệm bit trên sự cấp phát tài nguyên PDCCH, mà được gửi trên cơ sở đều đặn, việc điều khiển động bởi thông tin điều khiển đường xuống PDCCH cung cấp tính linh động tăng ở phí tổn báo hiệu.

Các tài nguyên vật lý khác nhau có thể được truyền tải trên các ăngten khác nhau, các chùm khác nhau hoặc thậm chí sử dụng các RAT khác nhau. Các RAT khác nhau có thể là LTE, 5G/NR, nhưng cũng có thể gồm LTE V2X và IEEE 802.11p DSRC.

Theo các phương án nữa, thay vì thực hiện khung QoS phức tạp, QoS chế độ trực tiếp có thể được dựa trên chỉ báo QoS gói trên gói. Thông tin QoS tương ứng có thể được chuyển cùng với gói dữ liệu tương ứng từ lớp ứng dụng cao hơn xuống lớp thấp hơn chịu trách nhiệm truyền vô tuyến.

Theo các phương án, quy trình dự phòng/sao chép gói cho liên kết phụ có thể được quyết định dựa trên chỉ báo gói trên gói này. Đây có thể là sự ưu tiên gói trên gói đơn giản, ví dụ, ưu tiên (0, 1, 2, ... 15), tuy nhiên nó cũng có thể là chỉ báo phức tạp hơn đối với gói gồm thời gian chờ được cho phép cực đại hoặc tốc độ lỗi khối mục tiêu. Khi nhận gói với chỉ báo này từ lớp cao hơn, PDCP hoặc lớp MAC có thể sao chép gói hoặc cung cấp phiên bản dự phòng của gói để truyền thông qua các liên kết khác nhau hoặc các kỹ thuật truy cập khác nhau. Phụ thuộc vào chỉ báo gói trên gói, thực thể truyền có trách nhiệm quyết định để truyền nhiều phiên bản gói trên hai hoặc nhiều hơn hai liên kết theo phương pháp dự phòng/sao chép gói theo sáng chế. Ví dụ, gói với yêu cầu độ tin cậy thấp hoặc không có chỉ báo dự phòng/sao chép có thể chỉ được gửi thông qua tần số đơn f1, trong khi gói mà gồm yêu cầu độ tin cậy cao hoặc chỉ báo dự phòng/sao chép có thể được truyền cùng với các phiên bản dự phòng hoặc sao chép của nó qua hai tần số. Mức dự phòng/sao chép cũng như sự phân phối qua các ô phục vụ, liên kết, sóng mang, điểm truyền, anten hoặc tài nguyên vật lý khác tương ứng cho chỉ báo gói trên gói này tùy thuộc vào thực thể truyền dựa trên cấu hình như được nhận bởi trạm cơ sở hoặc dựa trên cấu hình trước của UE, ví dụ cho trường hợp ngoài vùng phủ sóng.

Mặc dù một số khía cạnh của khái niệm đã được mô tả trong ngữ cảnh của thiết bị, rõ ràng rằng các khía cạnh này cũng thể hiện sự mô tả của phương pháp tương ứng, trong đó khối hoặc thiết bị tương ứng với bước xử lý của phương pháp hoặc đặc điểm của bước xử lý của phương pháp. Tương tự, các khía cạnh được mô tả trong ngữ cảnh của bước xử lý của phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc mục hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng.

Các phần tử và các dấu hiệu khác nhau của sáng chế có thể được thực hiện trong phần cứng sử dụng mạch tương tự và/hoặc mạch số, trong phần mềm, qua việc chạy các lệnh bởi một hoặc nhiều bộ xử lý mục đích chung hoặc mục đích cụ thể, hoặc là tổ hợp của phần cứng và phần mềm. Ví dụ, các phương án của sáng chế có thể được

thực hiện trong vật ghi của hệ thống máy tính hoặc hệ thống xử lý khác. Fig.31 minh họa ví dụ của hệ thống máy tính 300. Các bộ phận hoặc môđun cũng như các bước của các phương pháp được thực hiện bởi các bộ phận này có thể chạy trên một hoặc nhiều hệ thống máy tính 300. Hệ thống máy tính 300 gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 302, như bộ xử lý tín hiệu số mục đích đặc biệt hoặc bộ xử lý tín hiệu số mục đích chung. Bộ xử lý 302 được nối với cơ sở hạ tầng truyền thông 304, như buýt hoặc mạng. Hệ thống máy tính 300 gồm bộ nhớ chính 306, ví dụ bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), và bộ nhớ thứ cấp 308, ví dụ, ổ đĩa cứng và/hoặc ổ đĩa mềm lưu trữ tháo được. Bộ nhớ thứ cấp 308 có thể cho phép chương trình máy tính hoặc các kênh khác sẽ được tải vào trong hệ thống máy tính 300. Hệ thống máy tính 300 có thể còn bao gồm giao diện truyền thông 310 để cho phép phần mềm và dữ liệu sẽ được truyền giữa hệ thống máy tính và các thiết bị bên ngoài. Việc truyền thông có thể dưới dạng tín hiệu điện tử, điện từ, quang hoặc các tín hiệu khác có thể được xử lý bởi giao diện truyền thông. Việc truyền thông có thể sử dụng liên kết cáp, sợi quang hoặc, đường điện thoại, điện thoại di động, liên kết RF hoặc các kênh truyền thông 312 khác.

Thuật ngữ "vật ghi chương trình máy tính" và "vật ghi có thể đọc được bằng máy tính" được sử dụng để đề cập chung đến vật ghi lưu trữ hữu hình như các bộ phận lưu trữ tháo được hoặc đĩa cứng được lắp đặt trên ổ đĩa cứng. Các sản phẩm chương trình máy tính này là phương tiện để cung cấp phần mềm cho hệ thống máy tính 300. Chương trình máy tính cũng được đề cập đến như logic điều khiển máy tính, được lưu trữ trong bộ nhớ chính 306 và/hoặc bộ nhớ thứ cấp 308. Các chương trình máy tính cũng có thể được nhận thông qua các giao diện truyền thông 310. Chương trình máy tính, khi được chạy, cho phép hệ thống máy tính 300 thực hiện sáng chế. Cụ thể, chương trình máy tính khi được chạy, cho phép bộ xử lý 302 thực hiện việc xử lý của sáng chế, như phương pháp bất kỳ được mô tả ở đây. Theo đó, chương trình máy tính này có thể biểu diễn bộ điều khiển của hệ thống máy tính 300. Trong đó, sáng chế được thực hiện sử dụng phần mềm, phần mềm có thể được lưu trữ trong sản phẩm chương trình máy tính được tải vào hệ thống máy tính 300 sử dụng thiết bị lưu trữ tháo được, giao diện, như giao diện truyền thông 310.

Phương án thực hiện trong phần cứng hoặc trong phần mềm có thể được thực hiện sử dụng vật ghi lưu trữ số, ví dụ, lưu trữ đám mây, đĩa mềm, DVD, Blue-Ray,

CD, ROM, PROM, EPROM, EEPROM hoặc bộ nhớ FLASH, có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử được lưu trữ trên đó, mà kết hợp (hoặc có thể kết hợp) với hệ thống máy tính có thể lập trình sao cho phương pháp tương ứng được thực hiện. Do đó, vật ghi lưu trữ số có thể có khả năng đọc được bằng máy tính.

Một số phương án theo sáng chế bao gồm vật mang dữ liệu có các tín hiệu điều khiển có thể đọc được bằng điện tử, mà có khả năng kết hợp với hệ thống máy tính có thể lập trình, sao cho một trong số các phương pháp được mô tả ở đây được thực hiện.

Nói chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính với mã chương trình, mã chương trình có tác dụng để thực hiện một trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình có thể, ví dụ, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Các phương án khác bao gồm chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy. Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là, chương trình máy tính có mã chương trình để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính.

Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) gồm có, đã được ghi lại trên đó, chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Do đó, phương án nữa của các phương pháp theo sáng chế là dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu biểu diễn chương trình máy tính để thực hiện một trong số các phương pháp đã được mô tả ở đây. Ví dụ, có thể tạo cấu hình dòng dữ liệu hoặc chuỗi tín hiệu để được truyền thông qua sự kết nối truyền thông dữ liệu, ví dụ thông qua internet. Phương án khác gồm có phương tiện xử lý, ví dụ máy tính, hoặc thiết bị logic lập trình được, được tạo cấu hình để hoặc được làm thích ứng để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Phương án khác bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên đó để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng công lập trình được dạng trường) có thể được sử dụng để thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng

của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số phương án, mảng công lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Thông thường, các phương pháp tốt hơn là được thực hiện bởi thiết bị phần cứng bất kỳ.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ mang tính minh họa cho các nguyên lý của sáng chế. Cần hiểu rằng các biến thể và biến đổi của các phương án và các chi tiết được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Do đó, mục đích của sáng chế chỉ bị giới hạn bởi phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ sắp đưa ra dưới đây và không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể được biểu diễn bằng cách mô tả và giải thích của các phương án ở đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị người dùng (user equipment - UE) cho mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (radio access network - RAN) gồm nhiều ô và được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô,

trong đó, để nhận gói dữ liệu từ mạng truy cập vô tuyến (radio access network - RAN), thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để nhận các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được truyền bởi mạng truy cập vô tuyến (RAN) tới thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau, và/hoặc

trong đó, để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến (RAN), thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau,

trong đó các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thu được bằng cách thực hiện việc dự phòng/sao chép gói tại lớp, giao thức hội tụ dữ liệu gói (packet data convergent protocol – PDCP), hoặc tại lớp kiểm soát truy cập phương tiện (Media Access Control – MAC) của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến,

trong đó cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) bao gồm phần tử mang vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định, và trong đó phần tử mang vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình tĩnh khiến cho, đối với từng gói dữ liệu, các phiên bản khác nhau được cung cấp, hoặc trong đó phần tử mang vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình thích ứng khiến cho việc cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được bật hoặc tắt hoặc quyết định về số lượng và chi tiết của các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và

trong đó thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để lập lịch biểu số lượng các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau (i) theo cách động trong suốt quá trình lập lịch biểu dựa trên các tham số được định trước (QoS, BLER hoặc các chỉ số đánh giá hiệu suất quan trọng (Key Performance Indicator - KPI) khác) kết hợp với gói dữ liệu, (ii) theo cách bán tĩnh cho từng phần tử mang hoặc kênh logic trong suốt quá trình thiết lập phần tử mang bởi lớp điều khiển

tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), hoặc (iii) sử dụng tổ hợp của (i) và (ii).

2. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 1, trong đó các tài nguyên vật lý khác nhau bao gồm một hoặc nhiều trong số:

các tài nguyên tần số khác nhau, hoặc

các sóng mang khác nhau (kết tập sóng mang) hoặc

các liên kết vật lý khác nhau (kết nối kép), hoặc

các vùng chứa tài nguyên khác nhau cho truyền thông trực tiếp.

3. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 1 hoặc điểm 2, trong đó việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau song song gồm việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp, và trong đó việc truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp gồm một hoặc nhiều trong số:

truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau theo cách được phối hợp thời gian, hoặc

truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau cùng với thông tin điều khiển định danh các phiên bản gói dữ liệu khác nhau.

4. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 3, trong đó thông tin điều khiển bao gồm số chuỗi hoặc đồng nhất thức gói cho từng phiên bản trong số các phiên bản gói dữ liệu khác nhau.

5. Thiết bị người dùng (UE) theo một trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó cấu hình tĩnh và cấu hình thích ứng biểu thị một số phiên bản khác nhau sẽ được cung cấp cho gói dữ liệu.

6. Thiết bị người dùng (UE) theo một trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó việc lập lịch biểu bán tĩnh bao gồm lập lịch biểu bán ổn định (semi-persistent scheduling - SPS).

7. Thiết bị người dùng (UE) theo một trong số các điểm trên, trong đó thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thông qua các liên kết truyền, từng liên kết sử dụng các tài nguyên vật lý khác nhau, và

để nhận, đối với từng liên kết truyền, thông báo báo hiệu điều khiển (PDCCH) biểu thị các tài nguyên vật lý được cấp phát tới các phiên bản gói dữ liệu khác nhau.

8. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 7, trong đó một hoặc nhiều thông báo báo hiệu điều khiển, và các phiên bản gói dữ liệu khác nhau là phần của một quá trình cấp phát tài nguyên vật lý độc lập (như khe nhỏ, khe, khung con).

9. Thiết bị người dùng (UE) theo một trong số các điểm trên, trong đó thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để nhận thông báo báo hiệu điều khiển đến thiết bị người dùng (UE) biểu thị rằng thiết bị người dùng (UE) vận hành theo chế độ tự quản, thông báo báo hiệu điều khiển xác định một hoặc nhiều điều kiện khi thiết bị người dùng (UE) cung cấp một phiên bản hoặc nhiều phiên bản khác nhau của gói dữ liệu đường lên và truyền một phiên bản hoặc nhiều phiên bản khác nhau của gói dữ liệu đường lên đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) hoặc đến thiết bị người dùng (UE) khác thông qua các tài nguyên vật lý đường lên khác nhau, trong đó thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để xác định liệu một hoặc nhiều trong số các điều kiện có tồn tại hay không.

10. Thiết bị người dùng (UE) theo điểm 9, trong đó một hoặc nhiều điều kiện bao gồm một hoặc nhiều trong số:

một hoặc nhiều ngưỡng được định trước của các phép đo thiết bị người dùng (UE) (như cường độ tín hiệu, mức nhiễu, ngưỡng công suất điều khiển, thống kê HARQ), hoặc

chỉ báo UE nhận từ giao thức lớp cao hơn (thiết kế lớp chéo), hoặc

vị trí thiết bị người dùng (UE) trong ô, hoặc

khoảng cách từ trạm cơ sở phục vụ, hoặc

tốc độ mà tại đó thiết bị người dùng (UE) chuyển động, hoặc

năng lượng truyền đang được sử dụng bởi thiết bị người dùng (UE), hoặc

năng lượng ắc quy của thiết bị người dùng (UE).

11. Thiết bị người dùng (UE) theo một trong số các điểm trên, trong đó phần dự phòng gói dữ liệu được cung cấp để cung cấp sự phân tập RRC để tạo ra báo hiệu điều khiển RRC nhanh hơn và đáng tin cậy hơn.

12. Mạng truyền thông di động, trong đó mạng truyền thông di động này bao gồm:

mạng truy cập vô tuyến (RAN) có các ô, mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô,

trong đó, để cung cấp gói dữ liệu đến thiết bị người dùng (UE), mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau, và/hoặc

trong đó, để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến (RAN), thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau,

trong đó các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thu được bằng cách thực hiện việc dự phòng/sao chép gói tại lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP), hoặc tại lớp MAC của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến,

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) bao gồm phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định, và trong đó phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình tĩnh khiến cho, đối với từng gói dữ liệu, các phiên bản khác nhau được cung cấp, hoặc trong đó phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình thích ứng khiến cho việc cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được bật hoặc tắt hoặc quyết định về số lượng và chi tiết của các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để lập lịch biểu số lượng các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau (i) theo cách động trong quá trình lập lịch biểu dựa trên các tham số được định trước (QoS, BLER hoặc các chỉ số đánh giá hiệu suất quan trọng (Key Performance

Indicator - KPI) khác) kết hợp với gói dữ liệu, (ii) theo cách bán tính cho từng phần tử mang hoặc kênh logic trong suốt quá trình thiết lập phần tử mang bởi lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), hoặc (iii) sử dụng tổ hợp của (i) và (ii).

13. Mạng truyền thông di động theo điểm 12, trong đó:

mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm các trạm cơ sở để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô,

trạm cơ sở thứ nhất được tạo cấu hình để cung cấp liên kết truyền thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE), và trạm cơ sở thứ hai được tạo cấu hình để cung cấp liên kết truyền thứ hai đến thiết bị người dùng (UE), các liên kết truyền thứ nhất và thứ hai được phân tách khỏi nhau, và

để cung cấp gói dữ liệu đến thiết bị người dùng (UE), mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các liên kết truyền thứ nhất và thứ hai đến thiết bị người dùng (UE).

14. Mạng truyền thông di động theo điểm 13, trong đó:

trạm cơ sở thứ nhất là trạm cơ sở sơ cấp và trạm cơ sở thứ hai là trạm cơ sở thứ cấp, trạm cơ sở sơ cấp và trạm cơ sở thứ cấp có phần tử mang vô tuyến chung để kết nối với thiết bị người dùng (UE),

lớp MAC của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mang vô tuyến chung được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu, để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH) trên các sóng mang thành phần (component carrier - CC) khác nhau, trong đó sóng mang thành phần thứ nhất cung cấp liên kết truyền thứ nhất từ trạm cơ sở sơ cấp đến thiết bị người dùng (UE), và sóng mang thành phần thứ hai cung cấp liên kết truyền thứ hai từ trạm cơ sở thứ cấp đến thiết bị người dùng (UE).

15. Mạng truyền thông di động theo điểm 13, trong đó:

trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai là các trạm cơ sở độc lập có các phần tử mang vô tuyến độc lập để kết nối tới thiết bị người dùng (UE),

lớp PDCP của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mang vô tuyến thứ nhất cho trạm cơ sở thứ nhất được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu, để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, để gửi gói dữ liệu về phía lớp MAC của phần tử mang vô tuyến thứ nhất, và để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía lớp MAC của phần tử mang vô tuyến thứ hai cho trạm cơ sở thứ hai, và

các lớp MAC của các phần tử mang vô tuyến thứ nhất và thứ hai gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH) trên các liên kết truyền độc lập từ trạm cơ sở thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE), và từ trạm cơ sở thứ hai đến thiết bị người dùng (UE).

16. Mạng truyền thông di động theo điểm 13, trong đó:

ít nhất một trong số trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai là trạm cơ sở sơ cấp đã được kết hợp với nó trạm cơ sở thứ cấp, các trạm cơ sở sơ cấp và thứ cấp có phần tử mang vô tuyến chung để nối với thiết bị người dùng (UE),

lớp MAC của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mang vô tuyến chung được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu từ lớp PDCP, và để gửi gói dữ liệu về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH) trên các sóng mang thành phần (CC) khác nhau, trong đó sóng mang thành phần thứ nhất cung cấp liên kết truyền thứ nhất từ trạm cơ sở sơ cấp đến thiết bị người dùng (UE), và sóng mang thành phần thứ hai cung cấp liên kết truyền thứ hai từ trạm cơ sở thứ cấp đến thiết bị người dùng (UE).

17. Mạng truyền thông di động theo điểm 15 hoặc điểm 16, trong đó trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai sử dụng cùng kỹ thuật truy cập vô tuyến (radio access technologies - RAT) hoặc sử dụng các kỹ thuật truy cập vô tuyến (RAT) khác nhau.

18. Mạng truyền thông di động theo điểm 17, trong đó các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau được chọn từ 3GPP (như UMTS, LTE, NR/5G) và/hoặc các tiêu chuẩn IEEE (như 802.11 hoặc 802.15.4).

19. Mạng truyền thông di động, trong đó mạng truyền thông di động này bao gồm:

mạng truy cập vô tuyến (RAN) có các ô, mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô,

trong đó, để cung cấp gói dữ liệu đến thiết bị người dùng (UE), mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau, và/hoặc

trong đó, để cung cấp gói dữ liệu đến mạng truy cập vô tuyến (RAN), thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau và để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau,

trong đó các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thu được bằng cách thực hiện việc dự phòng/sao chép gói tại lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP), hoặc tại lớp MAC của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến,

trong đó dựa trên thời gian nhất định hoặc cửa sổ thời gian nhất định, thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để theo dõi (ví dụ, giải mã thông tin điều khiển kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH) cho một số khe/khung con) tập hợp các tài nguyên cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên vật lý khác nhau, và

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để cung cấp tập hợp cấu hình RRC khác nhau cho lớp RRC của ngán giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), để lựa chọn một trong số các cấu hình RRC để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và để báo hiệu thiết bị người dùng (UE) về cấu hình RRC được lựa chọn.

20. Mạng truyền thông di động theo điểm 19, trong đó:

mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm các trạm cơ sở để phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô,

trạm cơ sở thứ nhất được tạo cấu hình để cung cấp liên kết truyền thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE), và trạm cơ sở thứ hai được tạo cấu hình để cung cấp liên kết

truyền thứ hai đến thiết bị người dùng (UE), các liên kết truyền thứ nhất và thứ hai được phân tách khỏi nhau, và

để cung cấp gói dữ liệu đến thiết bị người dùng (UE), mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các liên kết truyền thứ nhất và thứ hai đến thiết bị người dùng (UE).

21. Mạng truyền thông di động theo điểm 20, trong đó:

trạm cơ sở thứ nhất là trạm cơ sở sơ cấp và trạm cơ sở thứ hai là trạm cơ sở thứ cấp, trạm cơ sở sơ cấp và trạm cơ sở thứ cấp có phần tử mạng vô tuyến chung để kết nối với thiết bị người dùng (UE),

lớp MAC của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mạng vô tuyến chung được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu, để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH) trên các sóng mang thành phần (component carrier - CC) khác nhau, trong đó sóng mang thành phần thứ nhất cung cấp liên kết truyền thứ nhất từ trạm cơ sở sơ cấp đến thiết bị người dùng (UE), và sóng mang thành phần thứ hai cung cấp liên kết truyền thứ hai từ trạm cơ sở thứ cấp đến thiết bị người dùng (UE).

22. Mạng truyền thông di động theo điểm 20, trong đó:

trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai là các trạm cơ sở độc lập có các phần tử mạng vô tuyến độc lập để kết nối tới thiết bị người dùng (UE),

lớp PDCP của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mạng vô tuyến thứ nhất cho trạm cơ sở thứ nhất được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu, để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, để gửi gói dữ liệu về phía lớp MAC của phần tử mạng vô tuyến thứ nhất, và để gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía lớp MAC của phần tử mạng vô tuyến thứ hai cho trạm cơ sở thứ hai, và

các lớp MAC của các phần tử mạng vô tuyến thứ nhất và thứ hai gửi các phiên bản gói dữ liệu khác nhau về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH)

trên các liên kết truyền độc lập từ trạm cơ sở thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE), và từ trạm cơ sở thứ hai đến thiết bị người dùng (UE).

23. Mạng truyền thông di động theo điểm 20, trong đó:

ít nhất một trong số trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai là trạm cơ sở sơ cấp đã được kết hợp với nó trạm cơ sở thứ cấp, các trạm cơ sở sơ cấp và thứ cấp có phần tử mang vô tuyến chung để nối với thiết bị người dùng (UE),

lớp MAC của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN) của phần tử mang vô tuyến chung được tạo cấu hình để nhận gói dữ liệu từ lớp PDCP, và để gửi gói dữ liệu về phía các kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH/PDSCH) trên các sóng mang thành phần (CC) khác nhau, trong đó sóng mang thành phần thứ nhất cung cấp liên kết truyền thứ nhất từ trạm cơ sở sơ cấp đến thiết bị người dùng (UE), và sóng mang thành phần thứ hai cung cấp liên kết truyền thứ hai từ trạm cơ sở thứ cấp đến thiết bị người dùng (UE).

24. Mạng truyền thông di động theo điểm 22 hoặc điểm 23, trong đó trạm cơ sở thứ nhất và trạm cơ sở thứ hai sử dụng cùng kỹ thuật truy cập vô tuyến (radio access technologies - RAT) hoặc sử dụng các kỹ thuật truy cập vô tuyến (RAT) khác nhau.

25. Mạng truyền thông di động theo điểm 24, trong đó các kỹ thuật truy cập vô tuyến khác nhau được chọn từ 3GPP (như UMTS, LTE, NR/5G) và/hoặc các tiêu chuẩn IEEE (như 802.11 hoặc 802.15.4).

26. Phương pháp truyền gói dữ liệu trong mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm các ô và phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, phương pháp bao gồm:

cung cấp, bởi thiết bị người dùng (UE) hoặc bởi mạng truy cập vô tuyến (RAN), các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và

truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) hoặc đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau,

trong đó các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thu được bằng cách thực hiện việc dự phòng/sao chép gói tại lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) hoặc tại lớp MAC

của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến,

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) bao gồm phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định, và trong đó phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình tĩnh khiến cho, đối với từng gói dữ liệu, các phiên bản khác nhau được cung cấp, hoặc trong đó phần tử mạng vô tuyến dữ liệu nhất định và/hoặc kênh logic nhất định có cấu hình thích ứng khiến cho việc cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau được bật hoặc tắt hoặc quyết định về số lượng và chi tiết của các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để cung cấp các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để lập lịch biểu số lượng các tài nguyên vật lý sẽ được sử dụng để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau (i) theo cách động trong suốt quá trình lập lịch biểu dựa trên các tham số được định trước (QoS, BLER hoặc các chỉ số đánh giá hiệu suất quan trọng (Key Performance Indicator - KPI) khác) kết hợp với gói dữ liệu, (ii) theo cách bán tĩnh cho từng phần tử mạng hoặc kênh logic trong suốt quá trình thiết lập phần tử mạng bởi lớp điều khiển tài nguyên vô tuyến (radio resource control - RRC) của ngăn giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), hoặc (iii) sử dụng tổ hợp của (i) và (ii).

27. Phương pháp truyền gói dữ liệu trong mạng truyền thông di động, mạng truyền thông di động có mạng truy cập vô tuyến (RAN) gồm các ô và phục vụ thiết bị người dùng (UE) trong ô, phương pháp bao gồm:

cung cấp, bởi thiết bị người dùng (UE) hoặc bởi mạng truy cập vô tuyến (RAN), các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và

truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau đến mạng truy cập vô tuyến (RAN) hoặc đến thiết bị người dùng (UE) song song thông qua các tài nguyên vật lý khác nhau,

trong đó các phiên bản gói dữ liệu khác nhau thu được bằng cách thực hiện việc dự phòng/sao chép gói tại lớp giao thức hội tụ dữ liệu gói (PDCP) hoặc tại lớp MAC của cấu trúc giao thức mạng truy cập vô tuyến,

trong đó dựa trên thời gian nhất định hoặc cửa sổ thời gian nhất định, thiết bị người dùng (UE) được tạo cấu hình để theo dõi (ví dụ, giải mã thông tin điều khiển kênh điều khiển đường xuống vật lý (physical downlink control channel - PDCCH) cho một số khe/khung con) tập hợp các tài nguyên cho các phiên bản gói dữ liệu khác nhau trên các tài nguyên vật lý khác nhau, và

trong đó mạng truy cập vô tuyến (RAN) được tạo cấu hình để cung cấp tập hợp cấu hình RRC khác nhau cho lớp RRC của giao thức mạng truy cập vô tuyến (RAN), để lựa chọn một trong số các cấu hình RRC để truyền các phiên bản gói dữ liệu khác nhau, và để báo hiệu thiết bị người dùng (UE) về cấu hình RRC được lựa chọn.

28. Vật ghi có thể đọc được bằng máy tính lưu trữ các lệnh mà, khi được chạy trên máy tính, thực hiện phương pháp theo điểm 26 hoặc điểm 27.

1/22

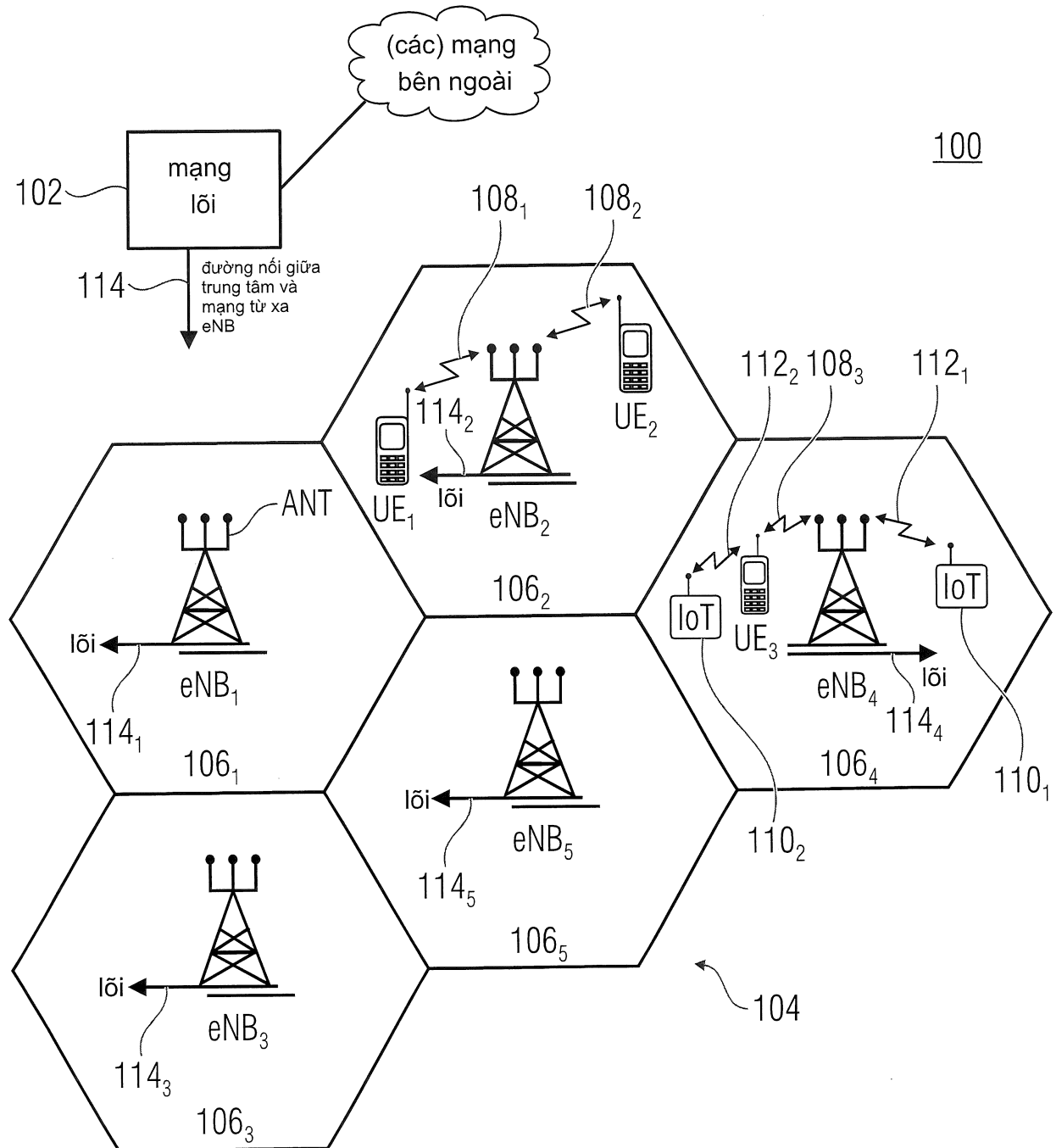
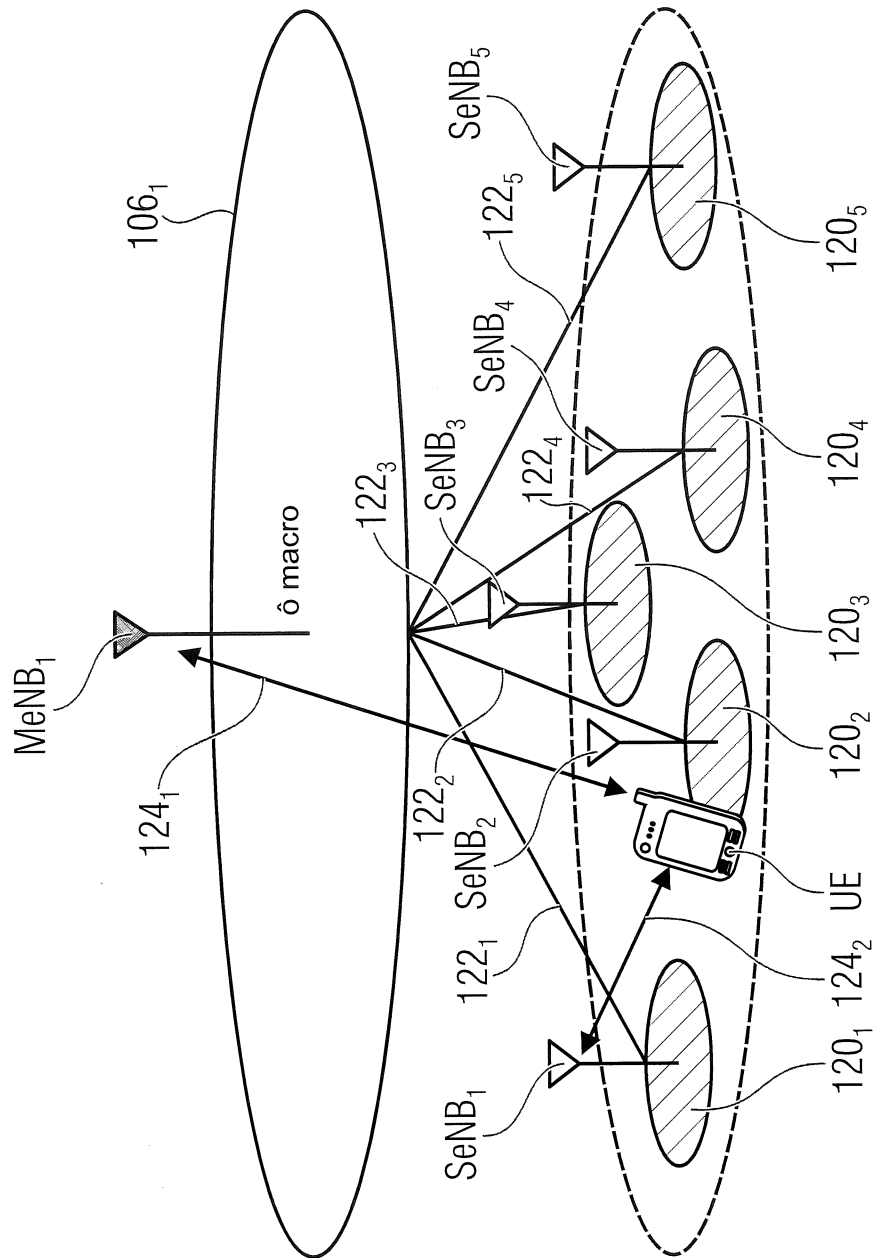


Fig. 1

2/22



3/22

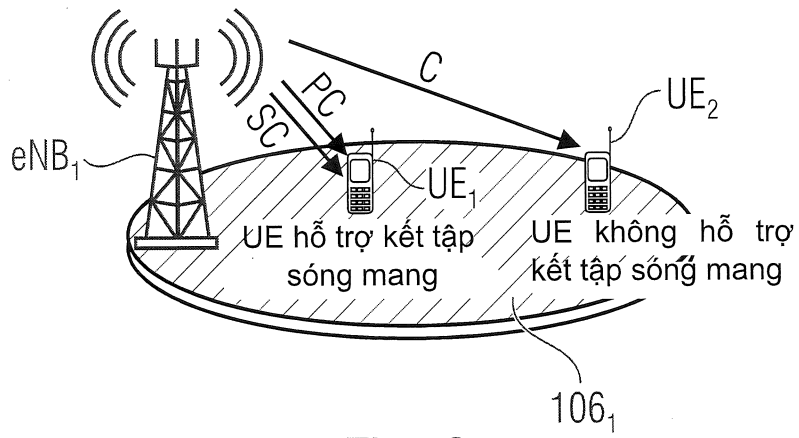


Fig. 3

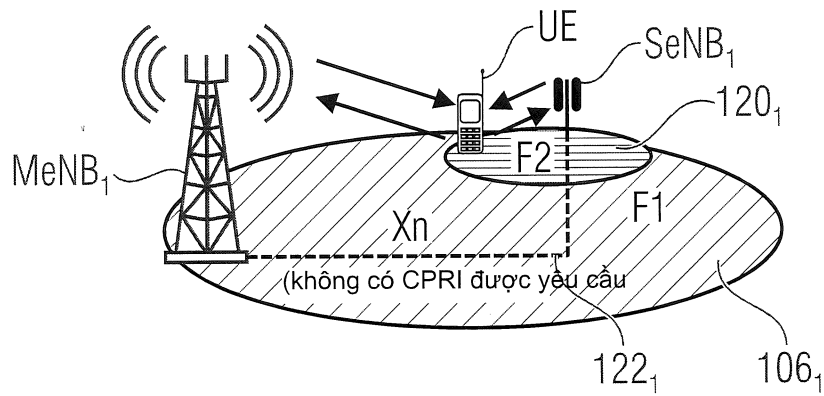


Fig. 4

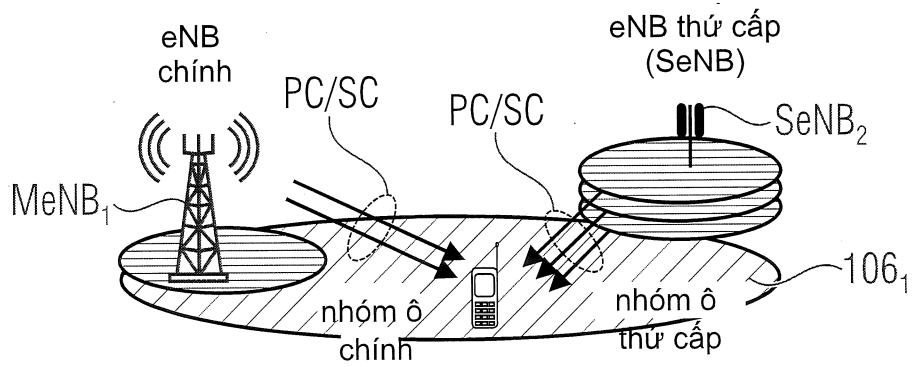
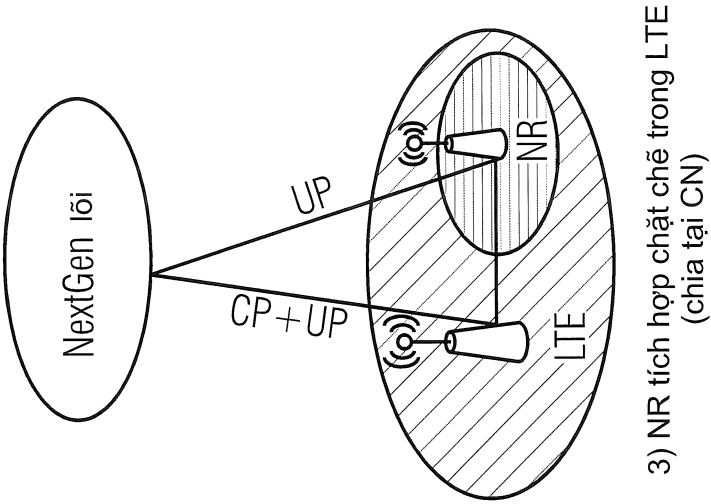
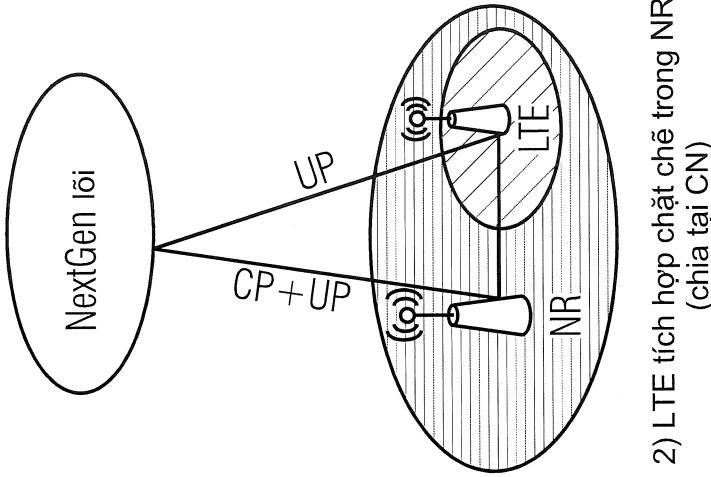


Fig. 5



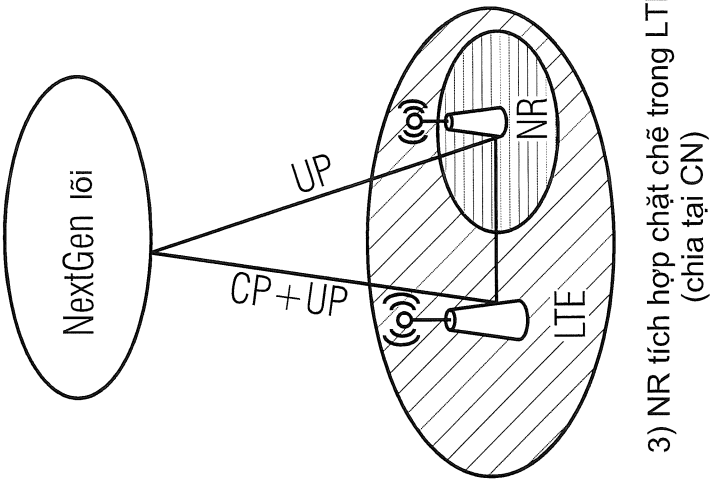
1) NR tích hợp chặt chẽ trong LTE
(chia tại CN)

Fig. 6(a)



2) LTE tích hợp chặt chẽ trong NR
(chia tại CN)

Fig. 6(b)



3) NR tích hợp chặt chẽ trong LTE
(chia tại CN)

Fig. 6(c)

5/22

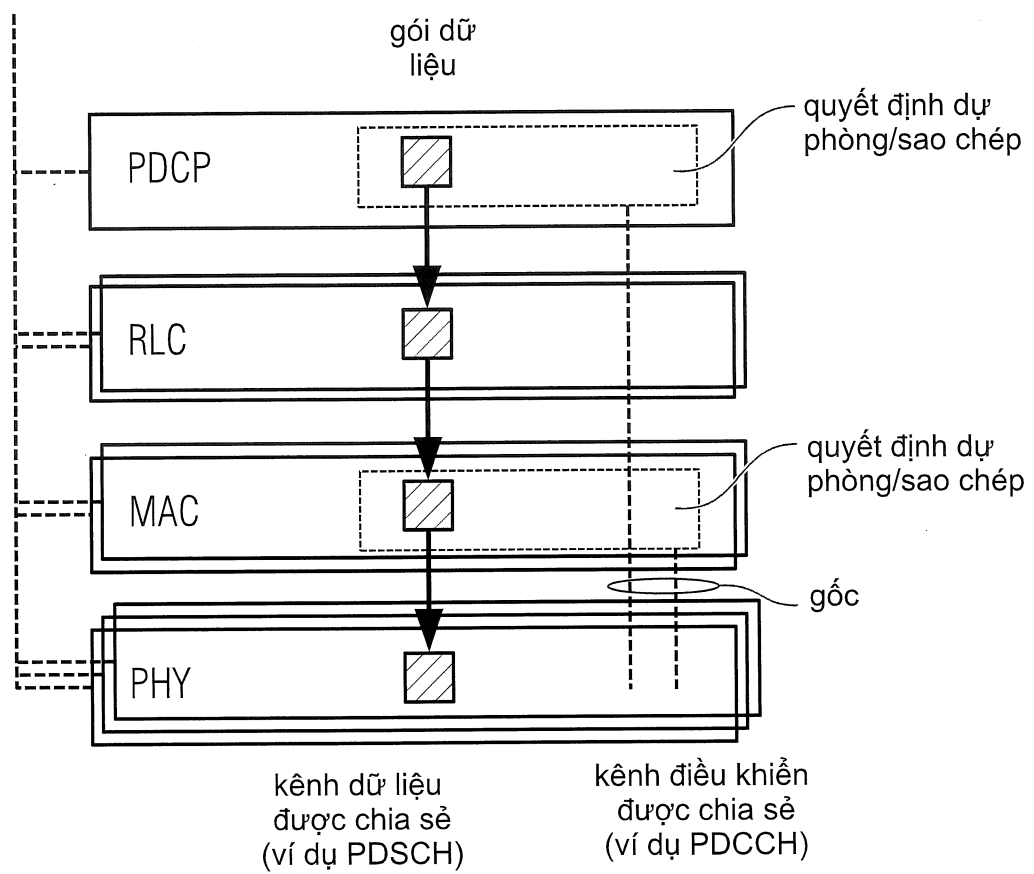
Cấu hình
RRC

Fig. 7

6/22

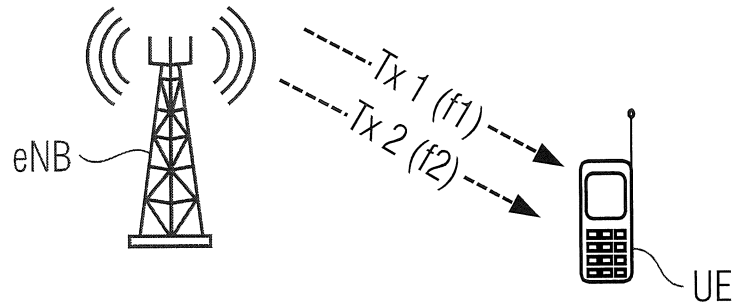


Fig. 8

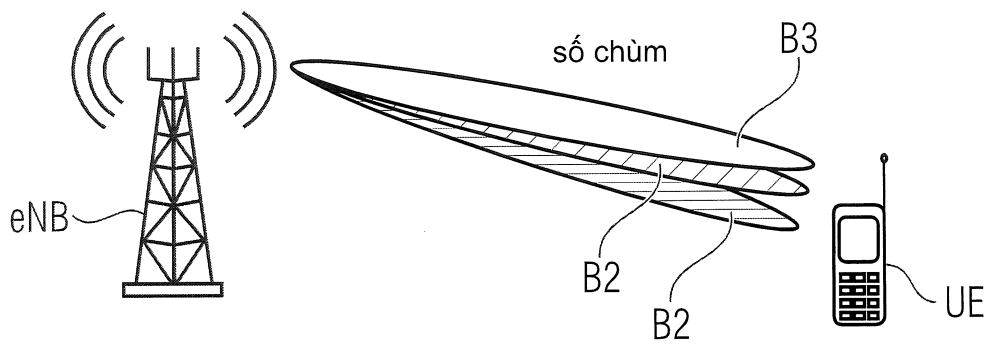


Fig. 9

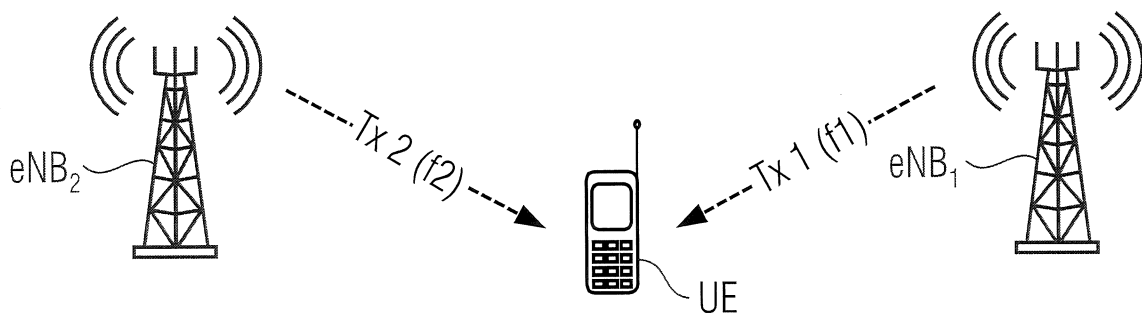


Fig. 10

7/22

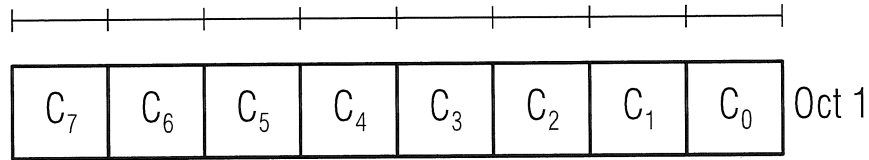
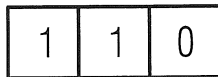


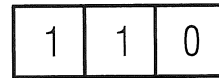
Fig. 11

chỉ báo bản sao dữ liệu
(ánh xạ bit trên mỗi tài nguyên vật lý)



truyền trên tài nguyên vật lý
#1 và #2

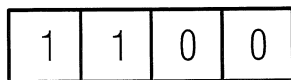
trường chỉ báo sóng mang
(chỉ báo rõ ràng tài nguyên vật lý)



truyền trên sóng mang #4

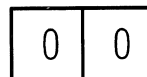
Fig. 12

chỉ báo bản sao dữ liệu
(ánh xạ bit trên mỗi tài nguyên vật lý)

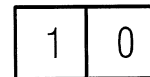


các tài nguyên vật lý #1 và #2

trường chỉ báo sóng mang
(chỉ báo rõ ràng tài nguyên vật lý)



tài nguyên
vật lý
#1



tài nguyên
vật lý
#2

Fig. 13

8/22

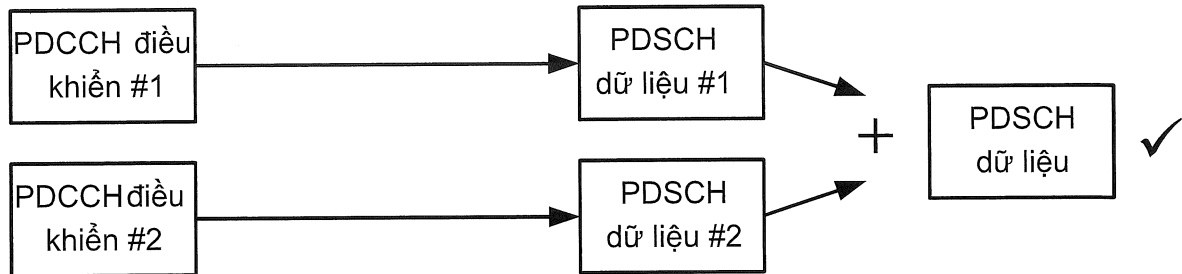


Fig. 14

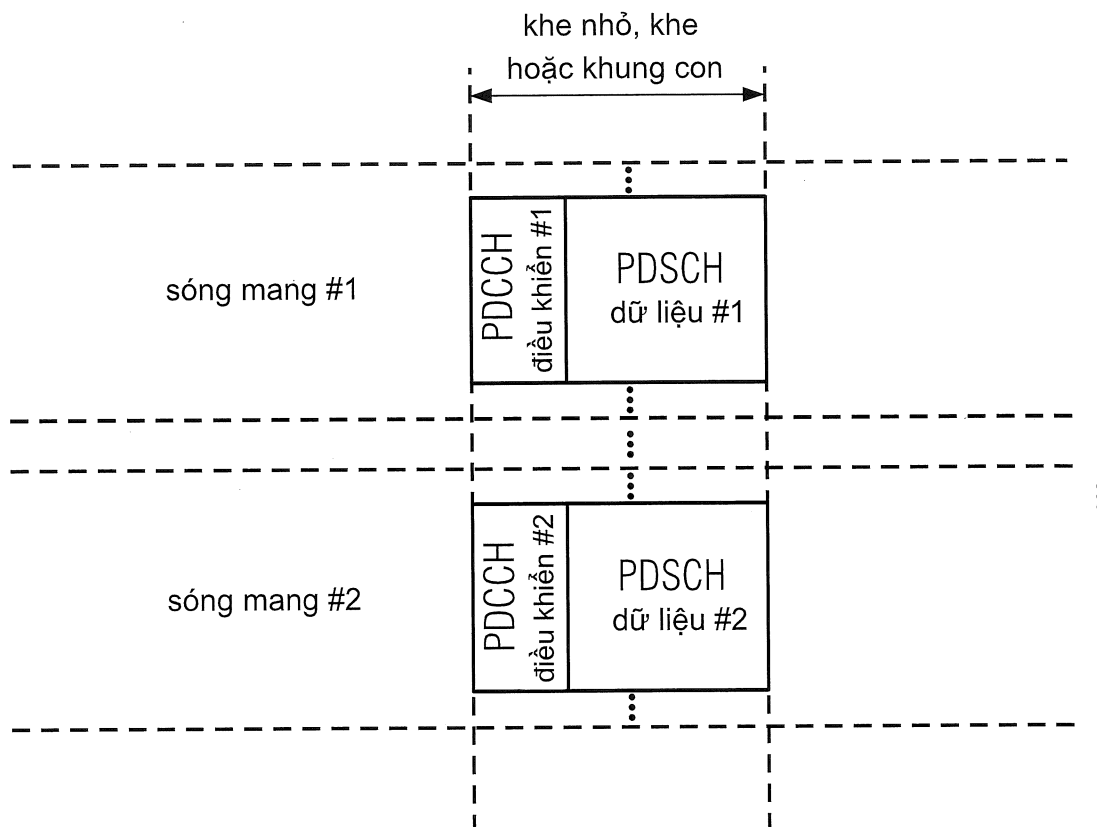


Fig. 15

9/22

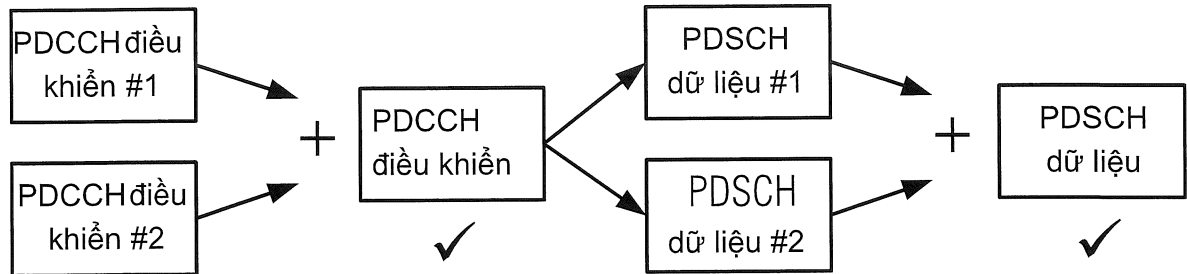


Fig. 16

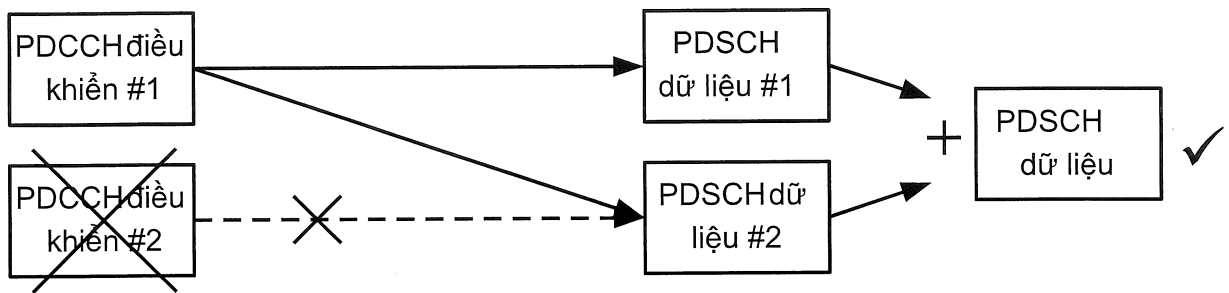


Fig. 17

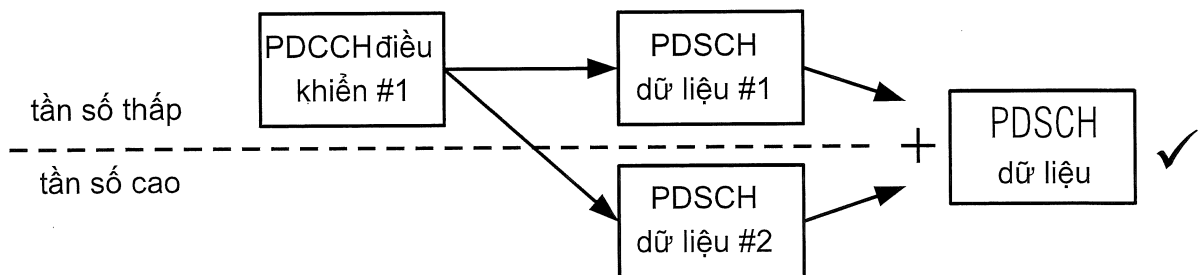


Fig. 18(a)

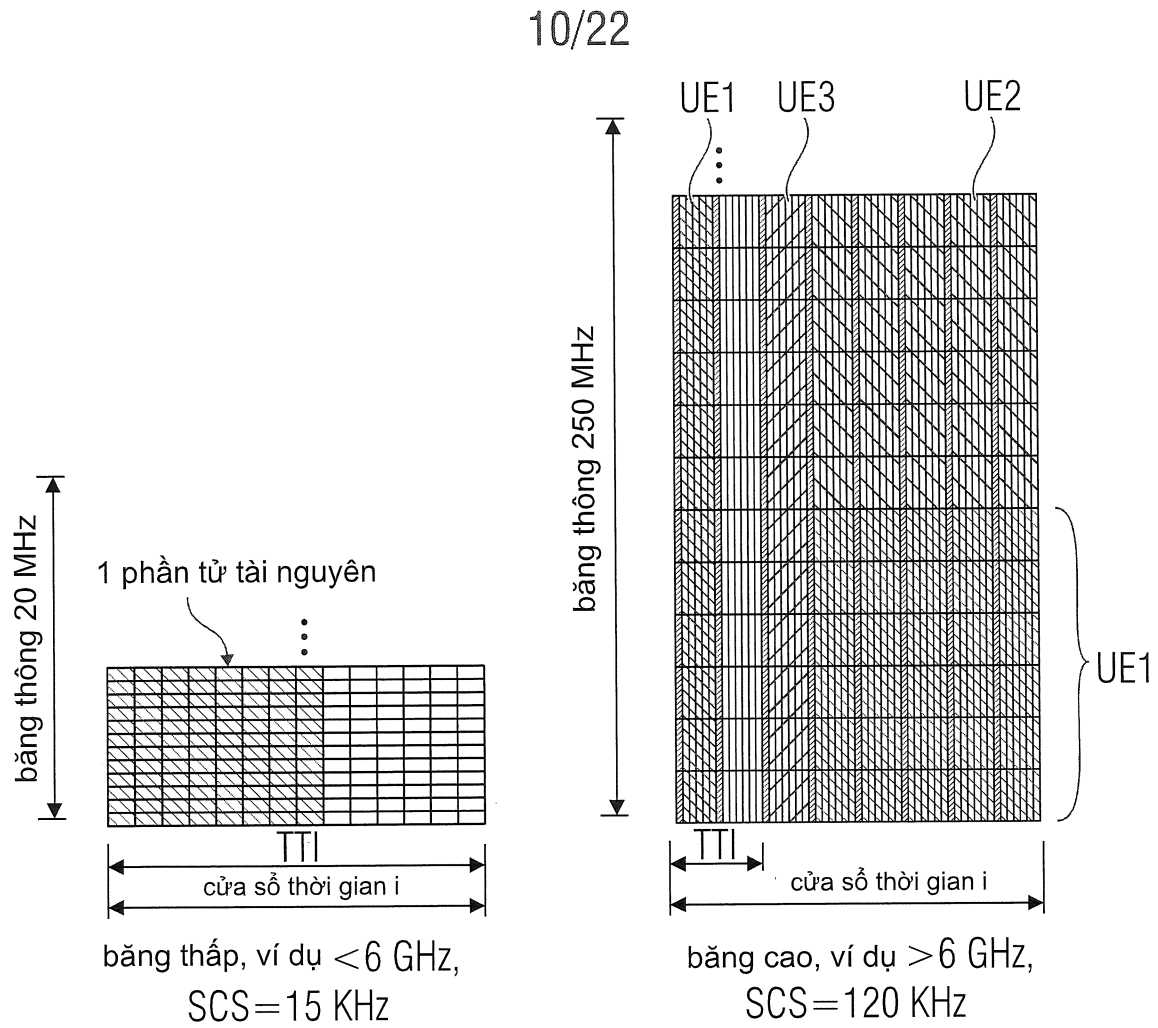


Fig. 18(b)

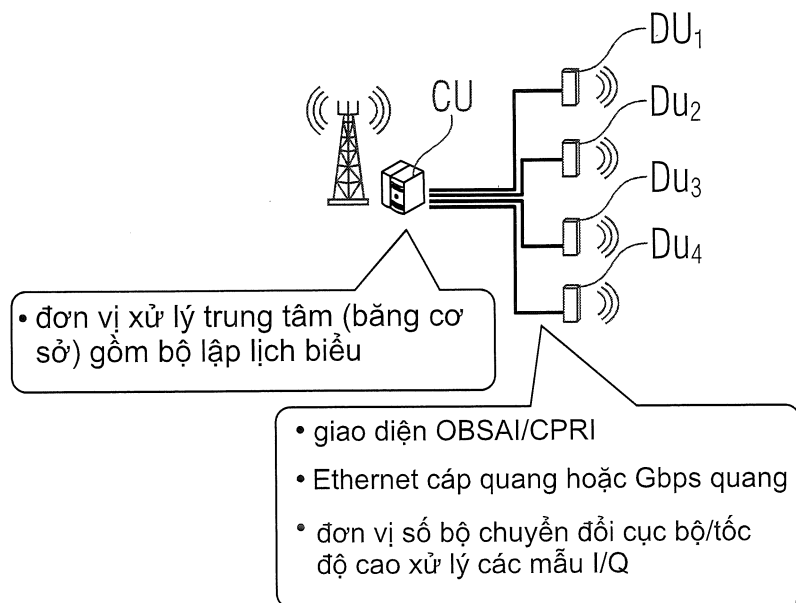


Fig. 19(a)

11/22

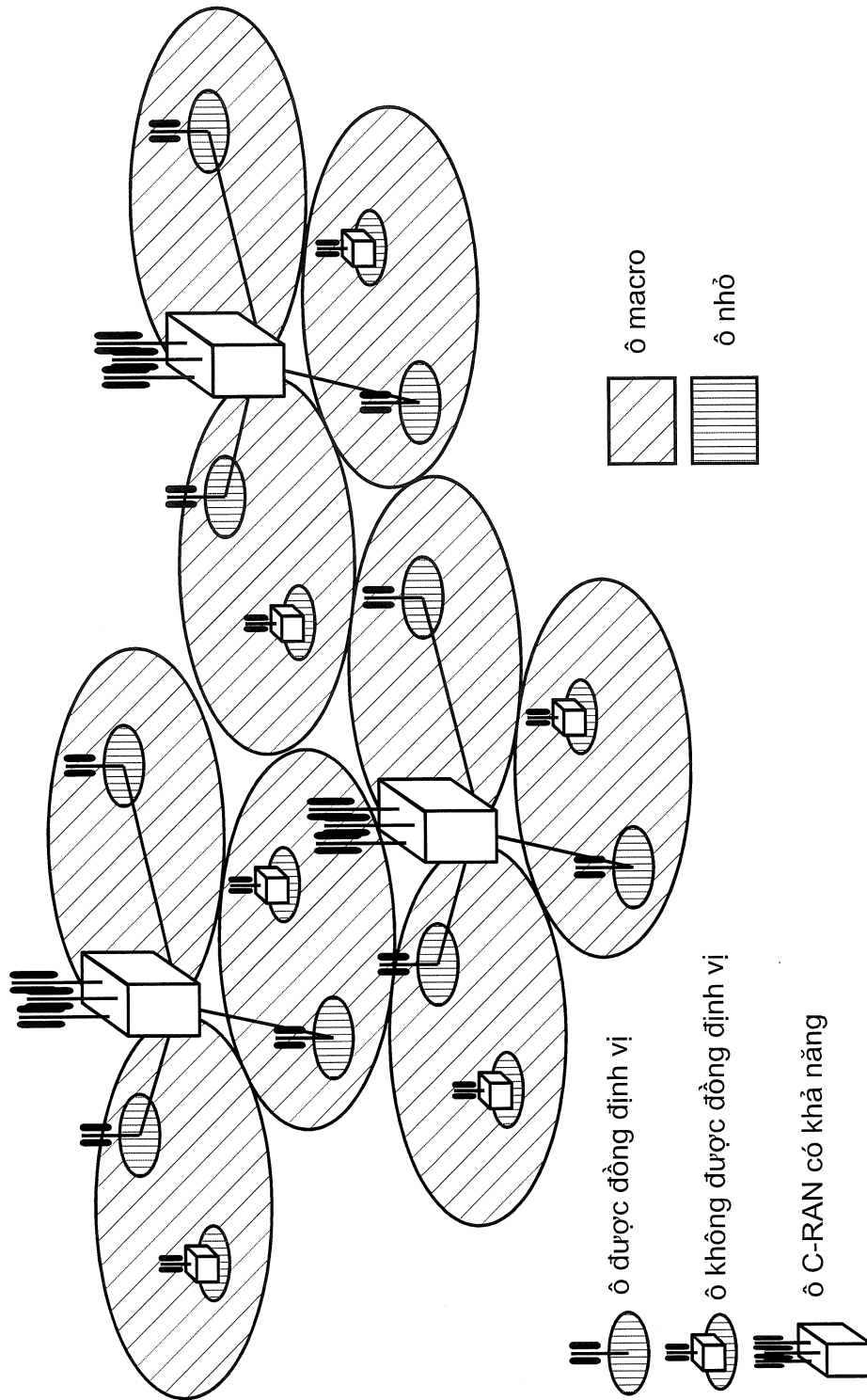


Fig. 19(b)

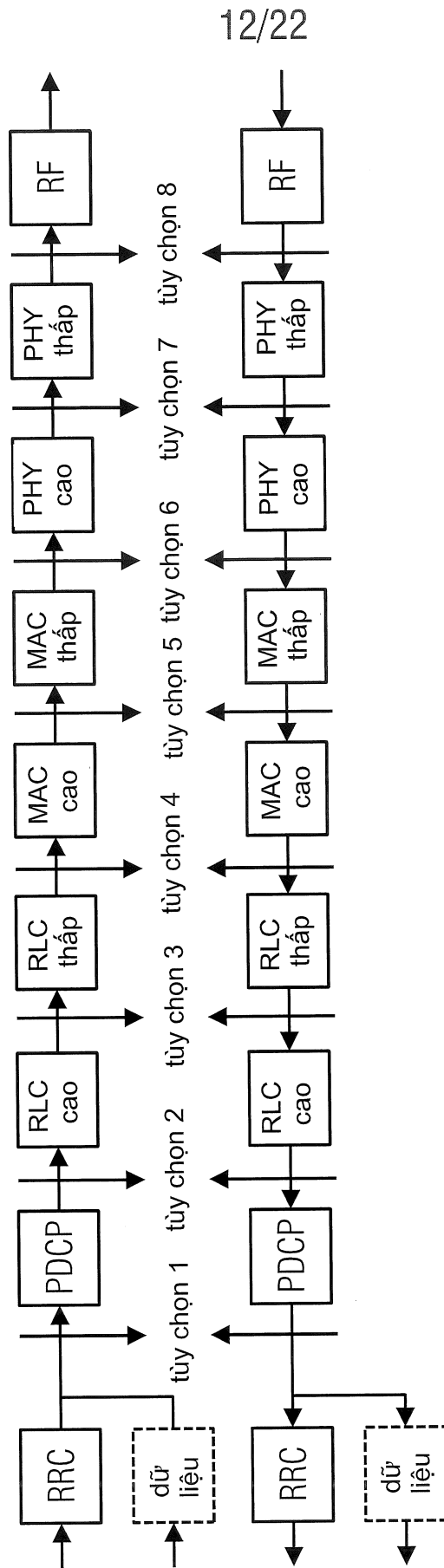


Fig. 19(c)

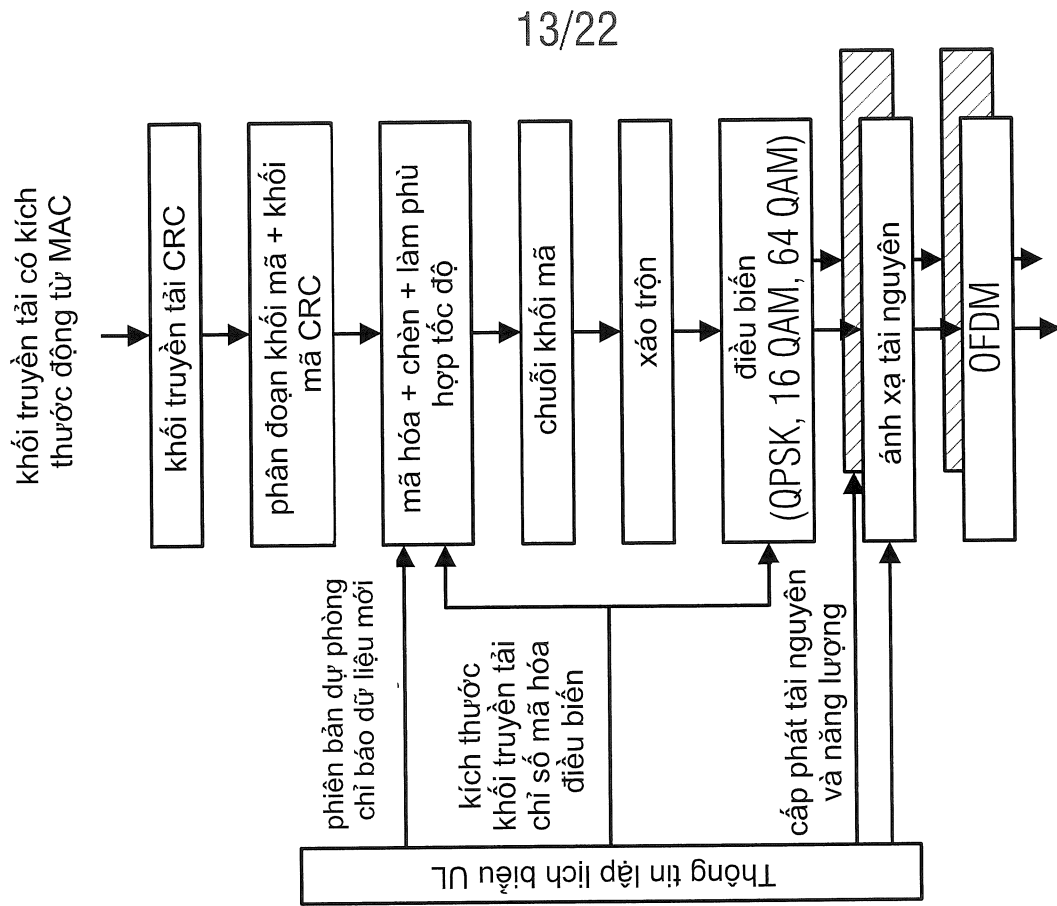


Fig. 20(b)

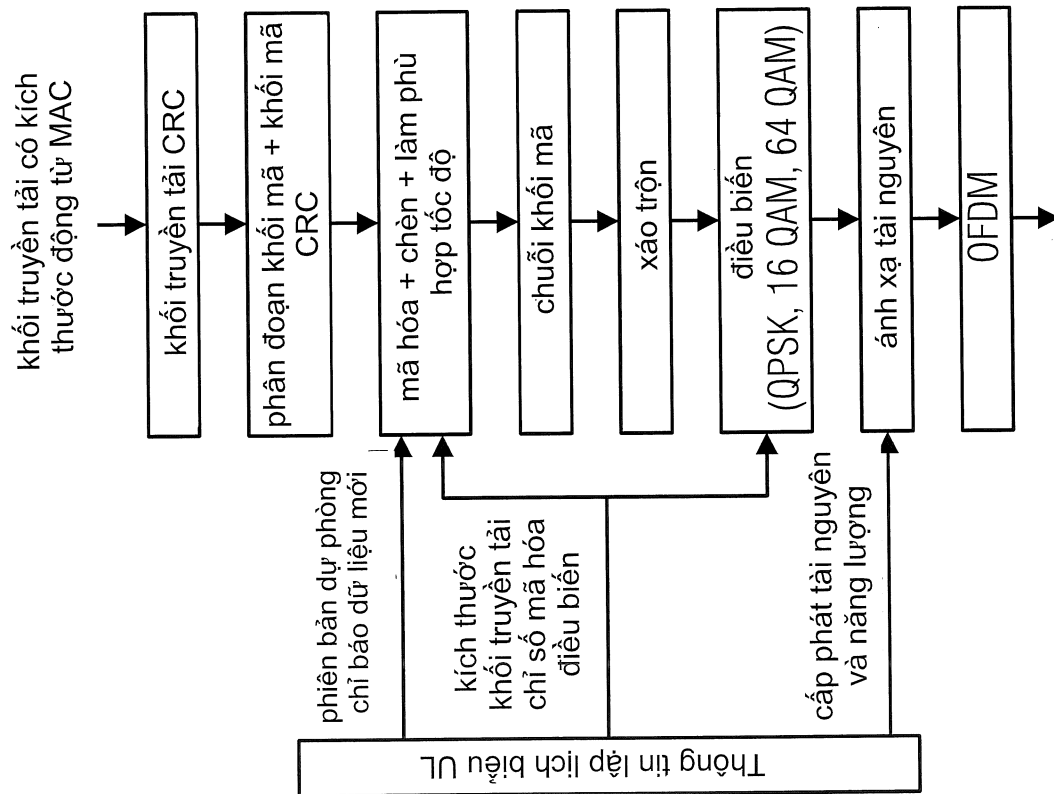


Fig. 20(a)

14/22

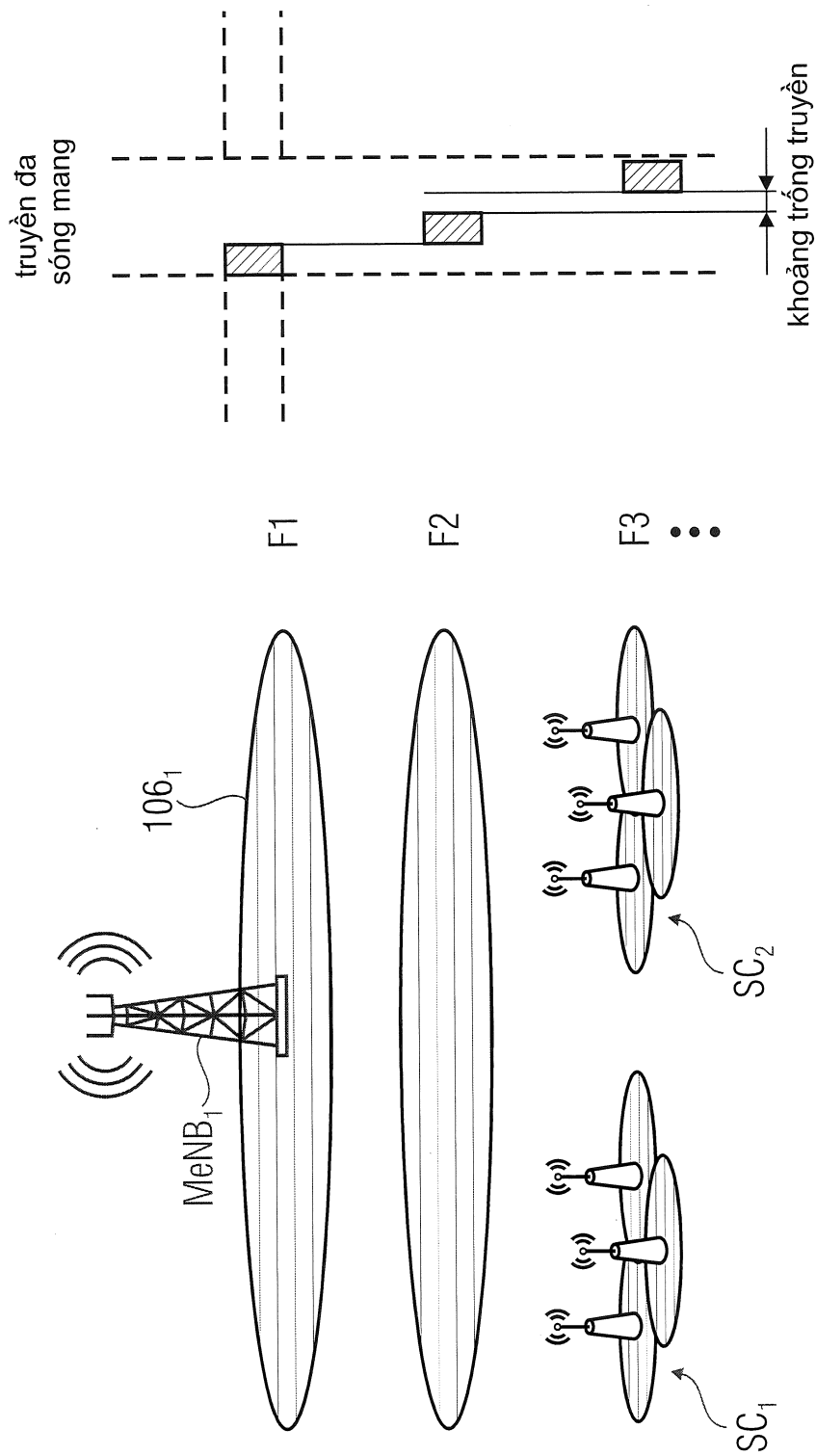


Fig. 21

15/22

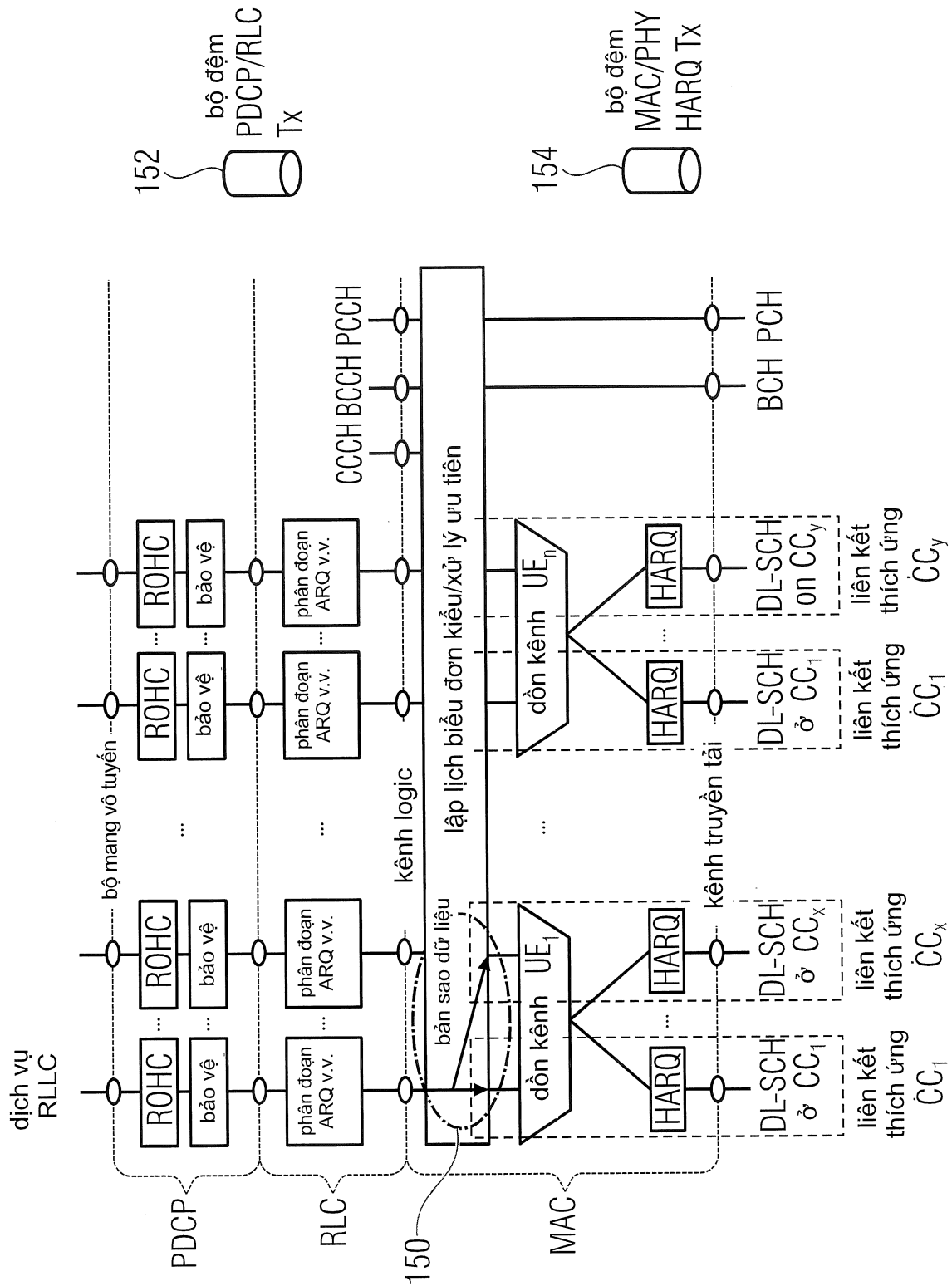
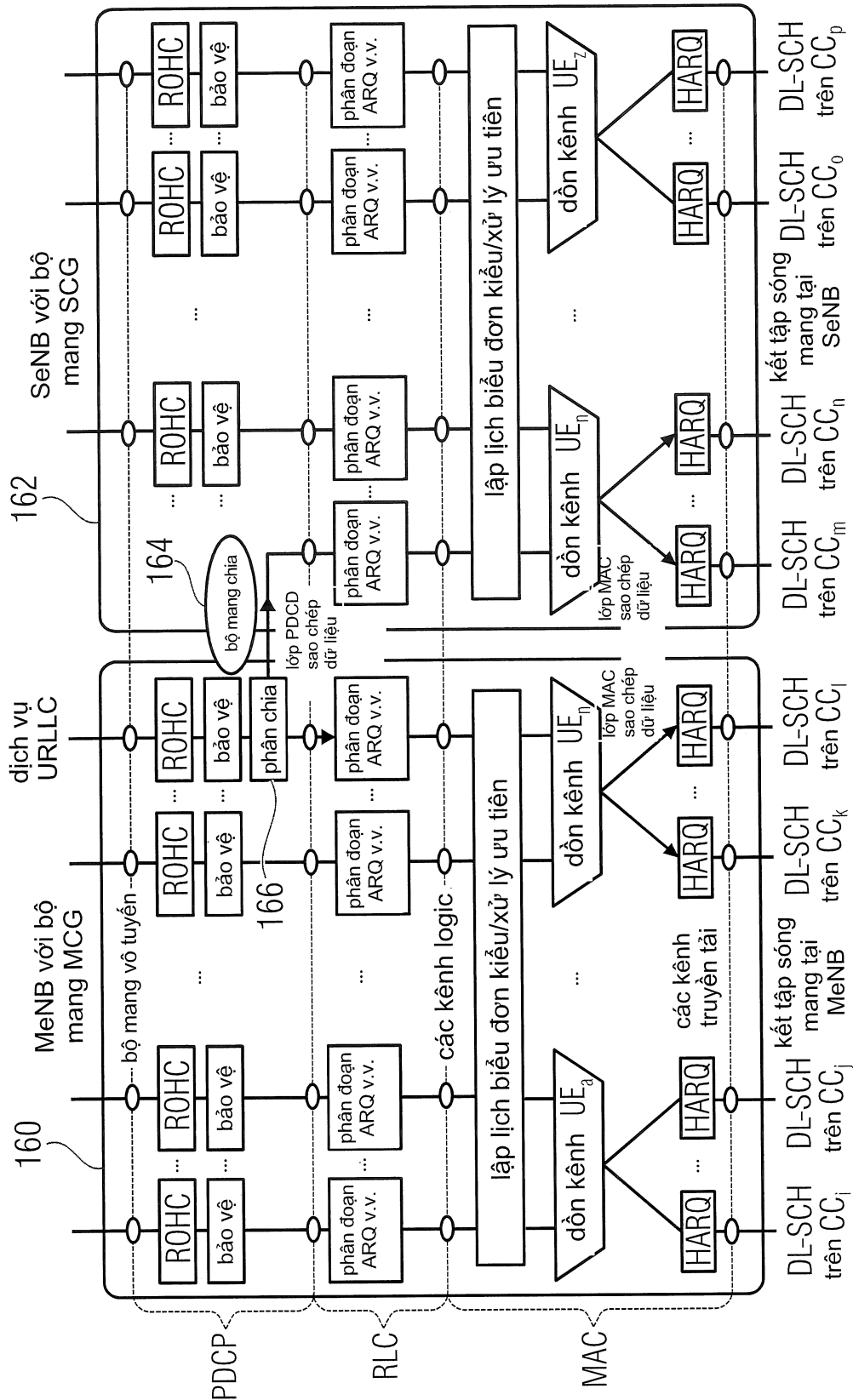


Fig. 22

16/22



ngăn giao thức đường xuống LTE cho kết nối kép

Fig. 23

17/22

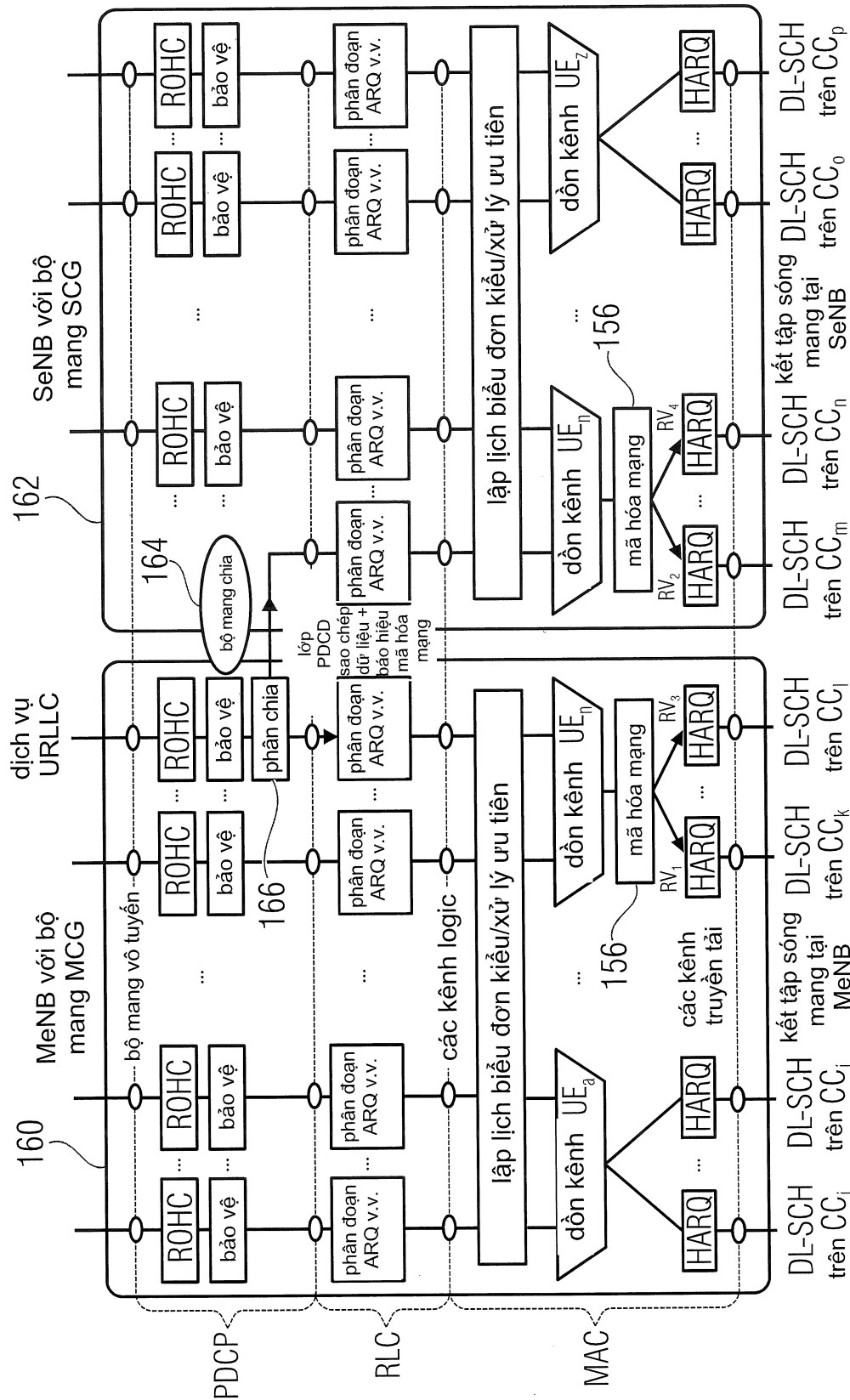


Fig. 24(a)

18/22

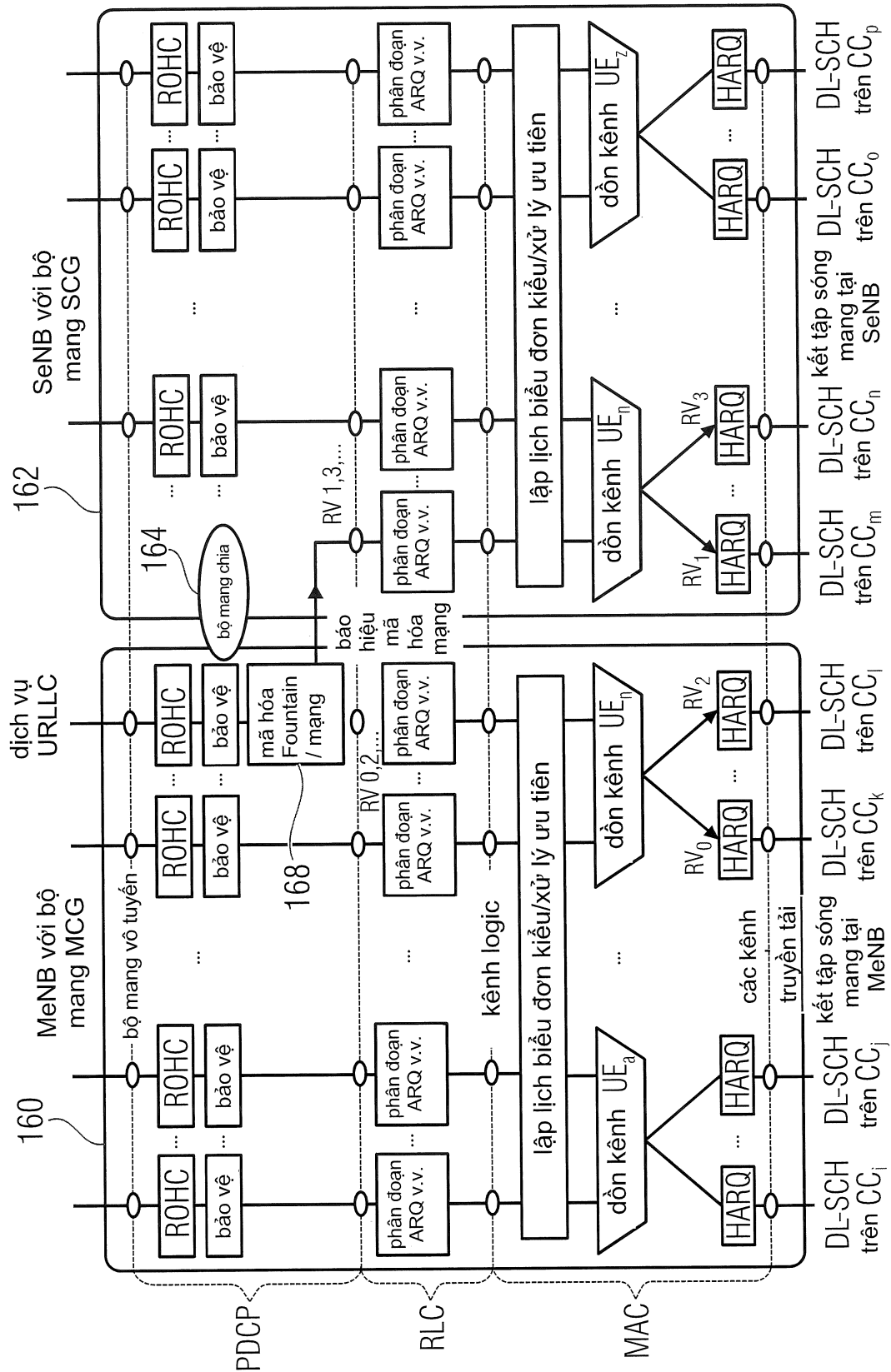


Fig. 24(b)

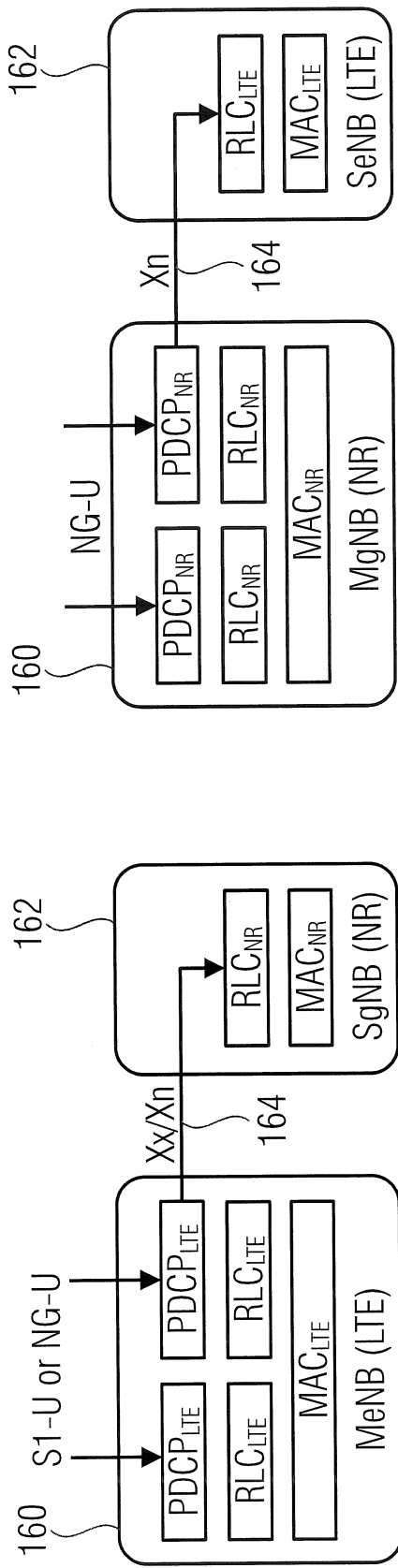


Fig. 25(a)

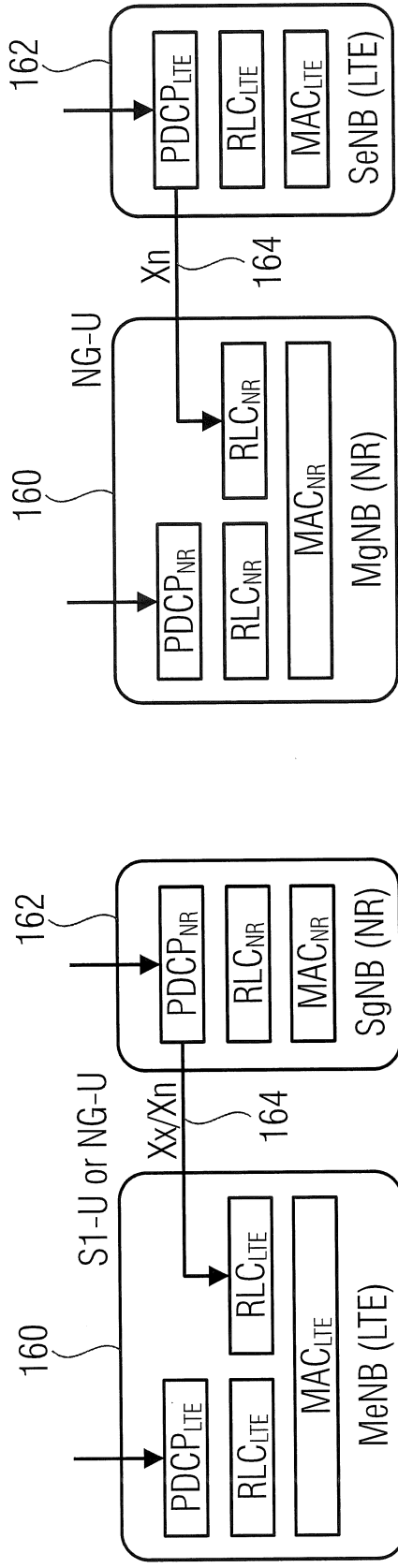


Fig. 26(a)

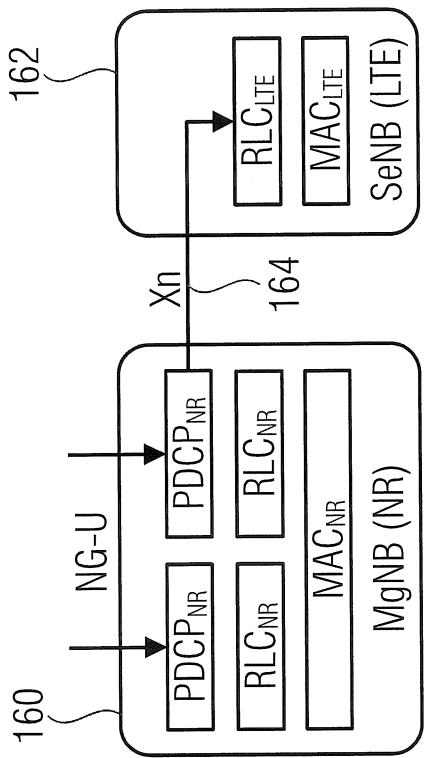


Fig. 25(b)

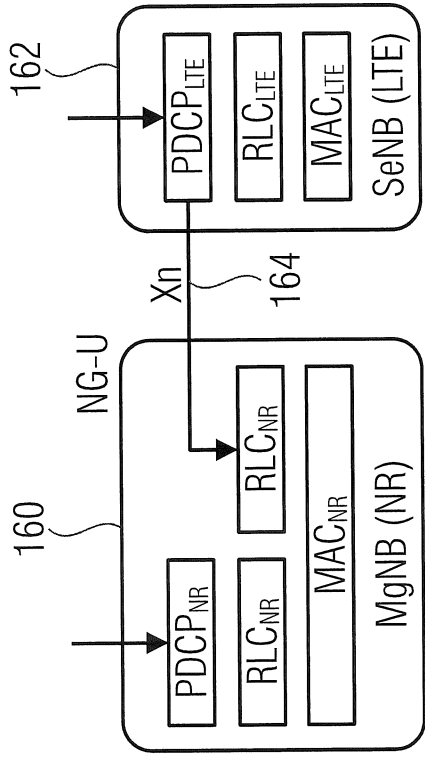


Fig. 26(b)

20/22

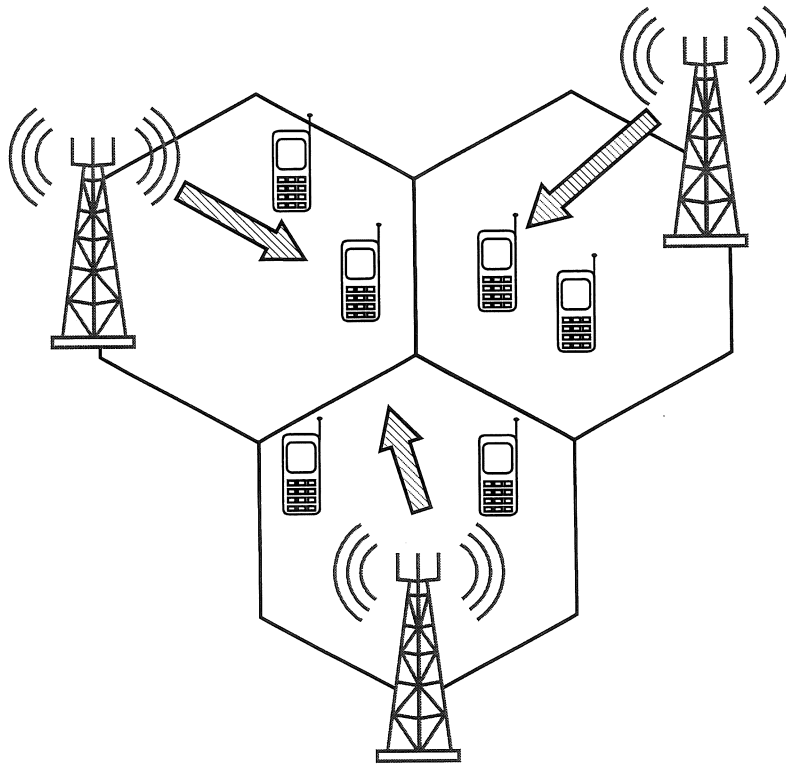


Fig. 27

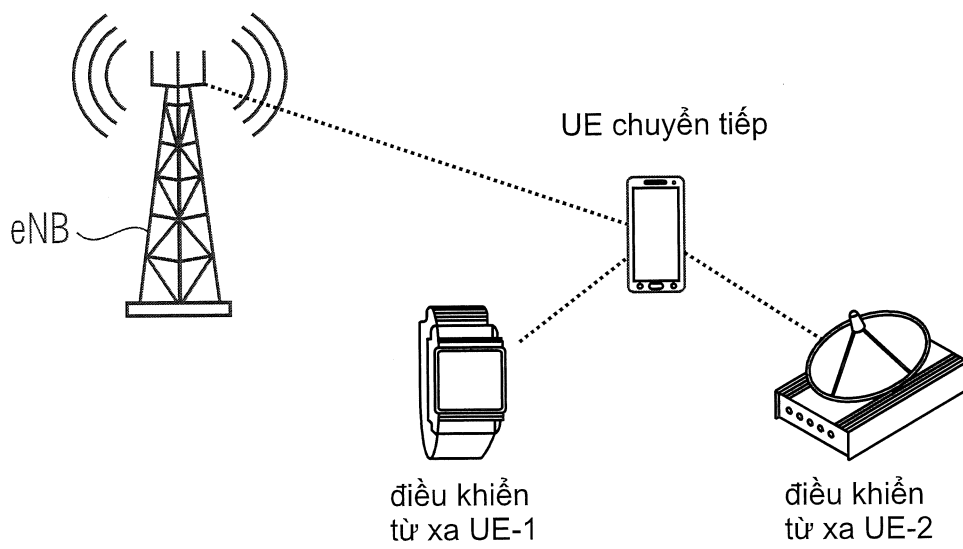


Fig. 28

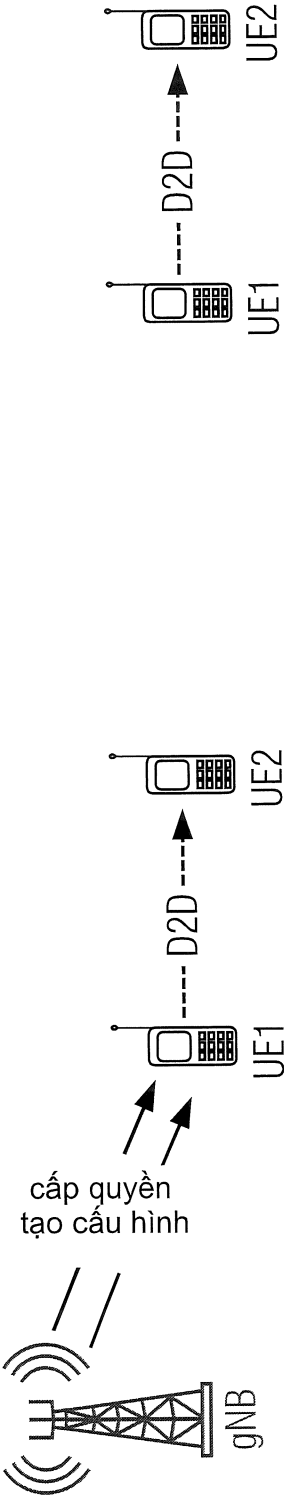


Fig. 29(a)

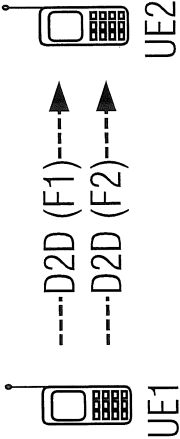


Fig. 29(b)

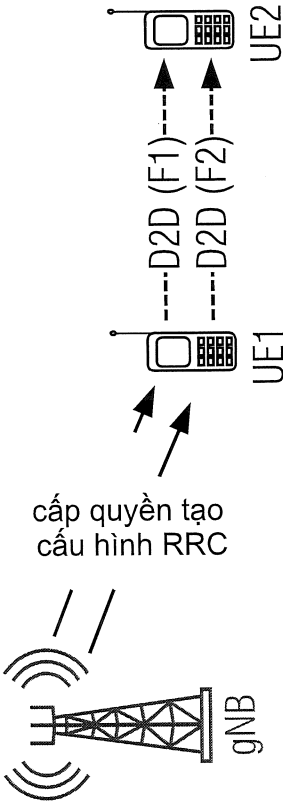


Fig. 30(a)

Fig. 30(b)

22/22

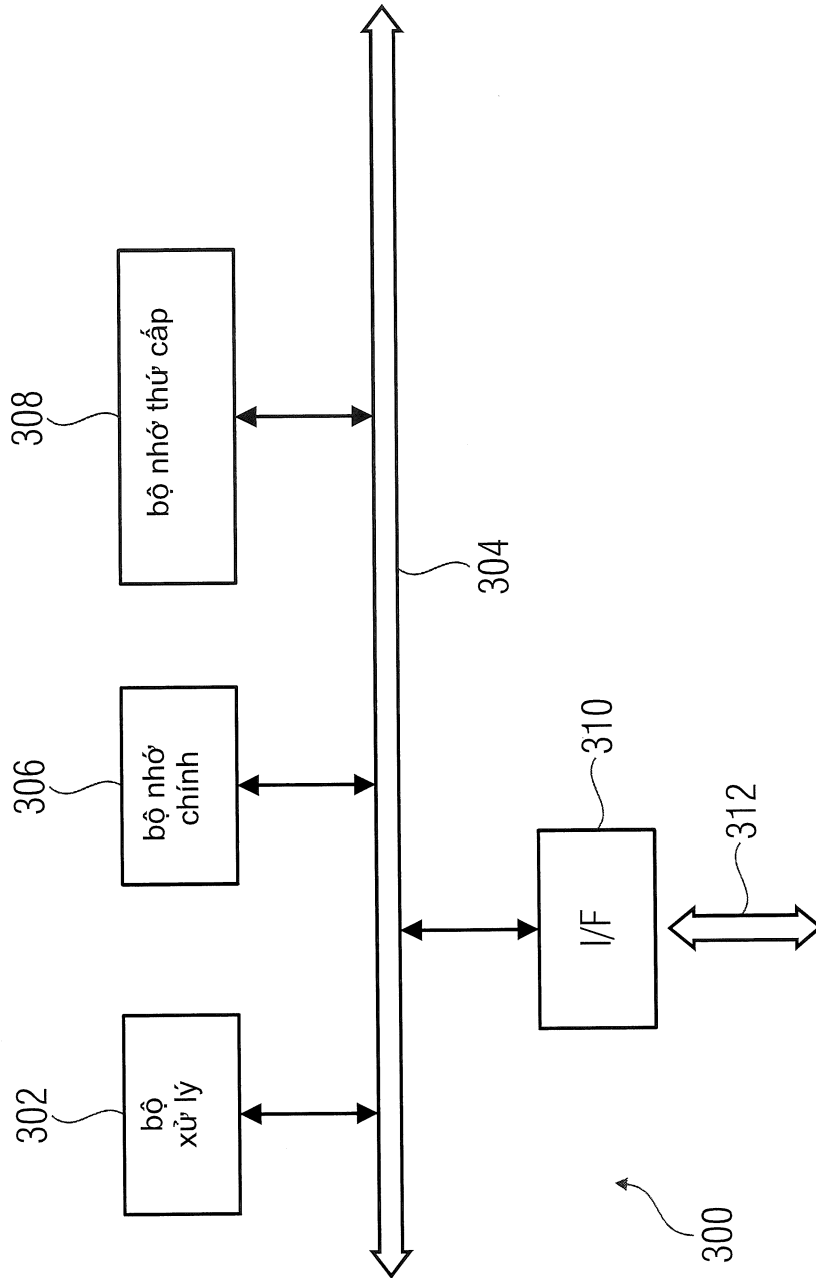


Fig. 31