



(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)



1-0051973

(51)^{2020.01} H04B 7/0456; H04B 7/06

(13) B

(21) 1-2022-00296

(22) 21/06/2019

(86) PCT/IB2019/055268 21/06/2019

(87) WO2020/254867 24/12/2020

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/03/2022 408A

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

SE-164 83 Stockholm, Sweden

(72) LONG, Jianguo (CA); QIANG, Yongquan (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG, TRẠM GỐC, VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ
ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY PHI CHUYÊN TIẾP

(21) 1-2022-00296

(57) Sáng chế này đề cập tới các phương án thực hiện của phương pháp truyền thông trong trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dùng (UE - User equipment). Đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất được xác định, dựa trên các tín hiệu tuyến lên được tiếp nhận từ UE. Các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất. Các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao được xác định dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất. Các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai được truyền sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao. Sáng chế này cũng đề cập tới trạm gốc, và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy phi chuyển tiếp.

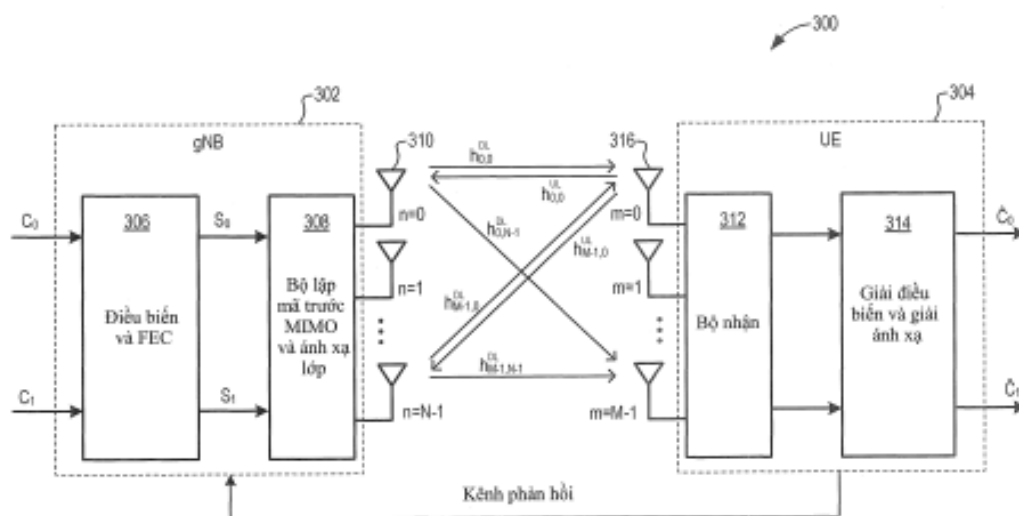


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới các hệ thống truyền thông không dây, và cụ thể hơn tới việc tính toán các trọng số tạo chùm để tạo chùm dựa trên tính thuận nghịch mà không lựa chọn ăng ten truyền cho UE.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

MIMO khởi dựa trên tính thuận nghịch đã thu hút được ngày càng nhiều sự chú ý trong các hệ thống 5G và LTE tiên tiến. MIMO khởi khai thác việc sử dụng các giàn ăng ten lớn ở các trạm gốc không dây để đồng thời phục vụ số lượng lớn các thiết bị đầu cuối tự trị thông qua việc tạo chùm và dòn kênh theo không gian. Trong các hệ thống song công chia theo thời gian (TDD - Time division duplex) trong đó tính thuận nghịch của kênh được giữ, thông tin trạng thái kênh tức thời (CSI - Channel state information) có thể được thu trên trạm gốc dựa trên các tín hiệu tham chiếu kênh tuyến lên; sau đó, thông tin kênh tuyến lên đã thu được được sử dụng bởi các trạm gốc để tính toán các trọng số tạo chùm tuyến xuống. Tính thuận nghịch của sự lan truyền tuyến lên-tuyến xuống là điều thiết yếu cho sự thành công của việc tạo chùm tuyến xuống dựa trên tính thuận nghịch. Hầu hết các UE được sử dụng trong LTE hoặc 5G được trang bị nhiều ăng ten nhận. Để nhận được thông tin kênh đầy đủ trên các trạm gốc, các tín hiệu tham chiếu tuyến lên cần phải được truyền trên tất cả các ăng ten. Việc truyền các tín hiệu tham chiếu đồng thời trên tất cả các ăng ten cần nhiều chuỗi RF được kết hợp với nhiều ăng ten vốn là tốn kém về mặt kích cỡ, công suất và phần cứng. Một phương án thay thế có độ phức tạp thấp chi phí thấp tương đối là lựa chọn ăng ten truyền hoặc chuyển ăng ten, nghĩa là, các tín hiệu tham chiếu tuyến lên được truyền theo cách khác trên mỗi một ăng ten trong số các ăng ten. Trạm gốc sau đó có thể thu được thông tin kênh đầy đủ khi tất cả các ăng ten được báo hiệu. Tuy nhiên, ngay cả giải pháp độ phức tạp thấp chi phí thấp tương đối này cũng có một vài chi phí bổ sung và không được hỗ trợ bởi tất cả các UE. Trên thực tế, hiện nay không có UE

LTE thương mại nào hỗ trợ việc lựa chọn ăng ten. Và đó cũng sẽ là trường hợp đối với các UE 5G ít nhất ở giai đoạn sớm khi triển khai 5G.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp trong trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dùng (UE - User equipment). Đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất được xác định, dựa trên các tín hiệu tuyến lên được tiếp nhận từ UE. Các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất. Các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao được xác định dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất. Các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai được truyền sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao.

Các phương án thực hiện của trạm gốc, và phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy chứa các lệnh phần mềm để điều khiển ít nhất một bộ xử lý trong trạm gốc cũng được bộc lộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được hợp nhất trong và tạo thành một phần bản mô tả này minh họa một vài khía cạnh của sáng chế, và cùng với phần mô tả dùng để giải thích các nguyên tắc của sáng chế.

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa ở dạng sơ lược mạng đại diện trong đó các phương án thực hiện sáng chế có thể được triển khai;

Fig.2A và Fig.2B là các sơ đồ khối minh họa ở dạng sơ lược các ví dụ của thiết bị tính sử dụng được trong các phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa các phần tử của hệ thống theo phương án thực hiện đại diện của sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa các phần tử của giàn ăng ten ví dụ sử dụng được trong các phương án thực hiện của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện các bước của quá trình theo phương án thực hiện đại diện của sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ thể hiện các bước của quá trình khác theo phương án thực hiện đại diện của sáng chế; và

Fig.7 là biểu đồ minh họa sự so sánh giữa thông lượng DL thu được bởi kỹ thuật thông thường và các phương pháp trên Fig.5 và Fig.6.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện đưa ra dưới đây thể hiện thông tin để cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này thực hiện các phương án thực hiện và minh họa chế độ tốt nhất để thực hiện các phương án thực hiện này. Khi đọc phần mô tả dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu các giải pháp của sáng chế và sẽ nhận ra các ứng dụng của các giải pháp không được mô tả cụ thể ở đây. Cần hiểu rằng các giải pháp và các ứng dụng này sẽ nằm trong phạm vi của sáng chế.

Ít nhất một vài từ viết tắt và thuật ngữ sau đây có thể được sử dụng trong sáng chế này.

- 2D Two Dimensional - Hai chiều
- 3GPP Third Generation Partnership Project- Dự án đối tác thế hệ thứ ba
- 5G Fifth Generation - Thế hệ thứ năm
- AAS Antenna Array System - Hệ thống giàn ăng ten
- AoA Angle of Arrival - Góc tới
- AoD Angle of Departure - Góc đi
- ASIC Application Specific Integrated Circuit - Mạch tích hợp chuyên dụng
- BF Beamforming - Việc tạo chùm
- BLER Block Error Rate - Tỷ lệ lỗi khối
- BW Beamwidth - Độ rộng chùm
- CPU Central Processing Unit - Đơn vị xử lý trung tâm
- CSI Channel State Information - Thông tin trạng thái kênh
- dB Decibel – Đêxiben

- DCI Downlink Control Information - Thông tin điều khiển tuyến xuống
- DFT Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourier rời rạc
- DSP Digital Signal Processor - Bộ xử lý tín hiệu số
- eNB Enhanced or Evolved Node B- Nút B tiến hóa hoặc nâng cao
- FIR Finite Impulse Response - Đáp ứng xung lực hữu hạn
- FPGA Field Programmable Gate Array - Mảng cổng lập trình được bằng trường
- gNB New Radio Base Station - Trạm gốc vô tuyến mới
- ICC Information Carrying Capacity - Khả năng mang thông tin
- IIR Infinite Impulse Response - Đáp ứng xung lực vô hạn
- LTE Long Term Evolution - Tiến hóa dài hạn
- MIMO Multiple Input Multiple Output - Nhiều đầu vào nhiều đầu ra
- MME Mobility Management Entity - Thực thể quản lý tính di động
- MMSE Minimum Mean Square Error - Sai số bình phương trung bình nhỏ nhất
- MTC Machine Type Communication - Truyền thông kiểu máy
- NR New Radio - Vô tuyến mới
- OTT Over The Top - Dịch vụ cung cấp nội dung trên nền mạng viễn thông
- PBCH Physical Broadcast Channel - Kênh phát rộng vật lý
- PDCCH Physical Downlink Control Channel - Kênh điều khiển tuyến xuống vật lý
- PDSCH Physical Downlink Shared Channel - Kênh chia sẻ tuyến xuống vật lý
- P-GW Cổng nối mạng dữ liệu gói
- RAM Random Access Memory - Bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên
- ROM Read Only Memory - Bộ nhớ chỉ đọc

- RRC Radio Resource Control - Điều khiển tài nguyên vô tuyến
- RRH Remote Radio Head - Đầu vô tuyến từ xa
- SCEF Chức năng bộc lộ năng lực dịch vụ
- SINR Signal to Interference plus Noise Ratio - Tỷ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm
- TBS Transmission Block Size - Kích cỡ khối truyền
- UE User Equipment - Thiết bị người dùng
- ULA Uniform Linear Array - Mảng tuyến tính đồng đều
- URA Uniform Rectangular Array - Mảng hình chữ nhật đồng đều

Nút vô tuyến: Như được sử dụng trong phần mô tả này, “nút vô tuyến” là hoặc nút truy nhập vô tuyến hoặc thiết bị không dây.

Nút truy nhập vô tuyến: Như được sử dụng trong phần mô tả này, “nút truy nhập vô tuyến” hoặc “nút mạng vô tuyến” là nút bất kỳ trong mạng truy nhập vô tuyến của mạng truyền thông chia ô mà vận hành để truyền và/hoặc nhận không dây các tín hiệu. Một vài ví dụ của nút truy nhập vô tuyến bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, trạm gốc (chẳng hạn, trạm gốc (gNB) vô tuyến mới (NR - New Radio) trong mạng NR thế hệ thứ năm (5G - Fifth Generation) dự án đối tác thế hệ thứ ba (3GPP - Third Generation Partnership Project) hoặc nút B tiến hóa hoặc nâng cao (eNB - evolved Node B) trong mạng tiến hóa dài hạn (LTE - Long Term Evolution) 3GPP, trạm gốc lớn hoặc công suất cao, trạm gốc công suất thấp (chẳng hạn, trạm gốc nhỏ (micro base station), trạm gốc siêu nhỏ (pico base station), eNB gia đình, hoặc tương tự), và nút role.

Nút mạng lõi: Như được sử dụng trong phần mô tả này, “nút mạng lõi” là kiểu bất kỳ của nút trong mạng lõi. Một vài các ví dụ của nút mạng lõi bao gồm, chẳng hạn, thực thể quản lý tính di động (MME - Mobility Management Entity), cổng nối mạng dữ liệu gói (P-GW - Packet Data Network Gateway), chức năng bộc lộ năng lực dịch vụ (SCEF - Service Capability Exposure Function), hoặc bộ phận tương tự.

Thiết bị không dây: Như được sử dụng trong phần mô tả này, “thiết bị không dây” là kiểu bất kỳ của thiết bị mà có thể truy nhập vào (nghĩa là, được phục vụ bởi) mạng truyền thông chia ô bằng cách truyền (và/hoặc nhận) không dây các tín hiệu tới

(và/hoặc từ) nút truy nhập vô tuyến. Một vài ví dụ của thiết bị không dây bao gồm, nhưng không bị giới hạn ở, thiết bị người dùng (UE - User Equipment) trong mạng 3GPP và thiết bị truyền thông kiểu máy (MTC - Machine Type Communication).

Nút mạng: Như được sử dụng trong phần mô tả này, “nút mạng” là nút bất kỳ mà là hoặc một phần của mạng truy nhập vô tuyến hoặc mạng lõi của mạng/hệ thống truyền thông chia ô.

Ô: Như được sử dụng ở đây, “ô” là sự kết hợp của các tài nguyên vô tuyến (ví dụ như, cấp phát cổngăng ten, thời gian và tần số) mà thiết bị không dây có thể sử dụng để trao đổi các tín hiệu vô tuyến với nút truy nhập vô tuyến, vốn có thể được xem như nút chủ hoặc nút phục vụ của ô. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng các chùm có thể được sử dụng thay thế cho các ô, cụ thể là tương đối với 5G NR. Như vậy, cần nhận thấy rằng các kỹ thuật đã mô tả ở đây có thể áp dụng được tương đương với cả các ô và các chùm.

Chú ý rằng các tham chiếu trong sáng chế này tới các tiêu chuẩn kỹ thuật khác nhau (ví dụ như 3GPP TS 38.211 V15.1.0 (2018-03) và 3GPP TS 38.214 V15.1.0 (2018-03)) sẽ được hiểu là nói tới phiên bản (các phiên bản) cụ thể của tiêu chuẩn (các tiêu chuẩn) nêu trên mà tồn tại ở thời điểm đơn này được nộp, và cũng có thể nói tới các phần tương đương hoặc các phần kế tiếp áp dụng được của các phiên bản này.

Phần mô tả đưa ra ở đây tập trung vào hệ thống truyền thông chia ô 3GPP và, như vậy, thuật ngữ 3GPP hoặc thuật ngữ tương tự với thuật ngữ 3GPP thường được sử dụng. Tuy nhiên, các khái niệm đã bộc lộ ở đây không bị giới hạn ở hệ thống 3GPP.

Fig.1 minh họa một ví dụ của mạng truyền thông chia ô 100 trong đó các phương án thực hiện của sáng chế có thể được thực hiện. Theo các phương án thực hiện đã mô tả ở đây, mạng truyền thông chia ô 100 là mạng di động mặt đất công cộng (PLMN - Public Land Mobility Network) phù hợp với một hoặc nhiều tiêu chuẩn trong số các tiêu chuẩn LTE, 3G, 4G và 5G NR, hoặc các tiêu chuẩn kế tiếp của chúng. Theo một ví dụ minh họa, mạng truyền thông chia ô 100 bao gồm mạng truy nhập (vô tuyến) ((R)AN) 102 bao gồm các trạm gốc 104-1 và 104-2 điều khiển sự truyền thông vô tuyến với các thiết bị không dây 106-1, 106-2, 106-3, 106-4, 106-5 trong các ô cỡ macrô tương ứng 108-1 và 108-2. Mỗi ô cỡ macrô 108 có thể được xác định bởi sự kết hợp

phù hợp bất kỳ của địa lý, tần số, kỹ thuật truy nhập vô tuyến (RAT - Radio Access Technology) và sơ đồ điều biến.

Các trạm gốc 104 có thể là kiểu bất kỳ của thiết bị truy nhập mạng có khả năng thiết lập kết nối (các kết nối) vô tuyến với một hoặc nhiều thiết bị không dây 106 trong vùng phủ sóng tương ứng của trạm gốc 104 hoặc nút công suất thấp 112, và còn được tạo cấu hình để chuyển tiếp lưu lượng thuê bao giữa mạng lõi 114 và một hoặc nhiều thiết bị không dây 106. Một dấu hiệu quan trọng của trạm gốc 104 đó là nó được tạo cấu hình với cả giao diện vô tuyến được tạo cấu hình để gửi và nhận các tín hiệu vô tuyến tới và từ thiết bị không dây 106, và giao diện mạng được tạo cấu hình để trao đổi các tín hiệu điện tử và/hoặc quang học với mạng lõi 114. Các ví dụ của các trạm gốc 104 và các nút công suất thấp 112 bao gồm: Các hệ thống Node B tiến hóa (eNB) (đã biết, ví dụ, trong các tiêu chuẩn 3GPP); Các điểm truy nhập WiFi (đã biết, ví dụ từ các tiêu chuẩn IEEE 802.11) hoặc tương tự. Trong một vài ngữ cảnh, trạm gốc 104 có thể được xem như điểm truy nhập (AP - Access point) không phụ thuộc vào kỹ thuật truy nhập vô tuyến (RAT - Radio Access Technology) mà nó hỗ trợ.

(R)AN 102 đã minh họa còn bao gồm các ô nhỏ từ 110-1 tới 110-4, trong đó việc truyền thông vô tuyến có thể được điều khiển bởi các nút công suất thấp tương ứng từ 112-1 tới 112-4. Giống với các ô cỡ macrô 108, mỗi ô nhỏ có thể được xác định bởi sự kết hợp phù hợp bất kỳ của địa lý, tần số, kỹ thuật truy nhập vô tuyến (RAT) và sơ đồ điều biến. Giống với các trạm gốc 104, nút công suất thấp 112 có thể là kiểu bất kỳ của thiết bị truy nhập mạng có khả năng thiết lập kết nối (các kết nối) vô tuyến với một hoặc nhiều thiết bị không dây 106 trong vùng phủ sóng tương ứng của nút công suất thấp 112, và còn được tạo cấu hình để chuyển tiếp lưu lượng thuê bao giữa mạng lõi 114 và một hoặc nhiều thiết bị không dây 106. Một dấu hiệu quan trọng của nút công suất thấp 112 đó là nó được tạo cấu hình với cả giao diện vô tuyến được tạo cấu hình để gửi và nhận các tín hiệu vô tuyến tới và từ thiết bị không dây 106, và giao diện mạng được tạo cấu hình để trao đổi các tín hiệu điện tử và/hoặc quang học với mạng lõi 114. Theo một vài phương án thực hiện, nút công suất thấp 112 có thể được kết nối với mạng lõi 114 bởi sự kết nối trực tiếp, như cáp quang. Theo các phương án thực hiện khác, nút công suất thấp 112 có thể được kết nối với mạng lõi 114 bởi sự kết nối

gián tiếp, như qua liên kết sợi quang hoặc vô tuyến tới trạm gốc 104. Các ví dụ của các nút công suất thấp 112 bao gồm: Các đầu vô tuyến từ xa (RRH - Remote Radio Head) được kết nối với trạm gốc hoặc bộ định tuyến mạng (không được thể hiện): Các điểm truy nhập WiFi hoặc tương tự. Trong một vài ngữ cảnh, nút công suất thấp 112 có thể được xem như điểm truy nhập (AP) không phụ thuộc vào kỹ thuật truy nhập vô tuyến (RAT) cụ thể mà nó hỗ trợ.

Đặc biệt là, mặc dù không được minh họa trên hình vẽ, nhưng ô nhỏ cụ thể 110 có thể theo cách khác được điều khiển bởi trạm gốc 104, ví dụ sử dụng kỹ thuật tạo chùm. Trong các trường hợp này, ô nhỏ cụ thể 110 sẽ không được kết hợp với chính nút công suất thấp tương ứng 112. Đúng hơn là, ô nhỏ cụ thể 110 sẽ được kết hợp với tập hợp tương ứng của các tham số được thực hiện trong trạm gốc 104. Trong sáng chế này, thuật ngữ “ô” được sử dụng để nói tới sự kết hợp đã xác định của các tham số (như địa lý, tần số, kỹ thuật truy nhập vô tuyến (RAT), sơ đồ điều biến, các bộ định danh và tham số tương tự) mà có thể được sử dụng bởi thiết bị không dây 106 để truy nhập các dịch vụ truyền thông của mạng 100. Thuật ngữ “ô” không bao hàm các giá trị tham số cụ thể bất kỳ, hoặc cấu hình vật lý cụ thể bất kỳ của các thiết bị cần để cho phép thiết bị không dây 106 truy nhập các dịch vụ truyền thông nêu trên.

Các thiết bị không dây 106 có thể là kiểu bất kỳ của thiết bị có khả năng gửi và nhận các tín hiệu vô tuyến tới và từ trạm gốc 104 và/hoặc nút công suất thấp 112. Các ví dụ của thiết bị không dây 106 bao gồm các điện thoại di động, các hỗ trợ dữ liệu cá nhân (PDA - Personal Data Assistant), các máy tính di động, các thiết bị Internet vạn vật (IoT - Internet of Thing), các bộ điều khiển phương tiện tự trị, và tương tự. Trong một vài ngữ cảnh, thiết bị không dây 106 có thể được xem như thiết bị người dùng (UE) hoặc thiết bị di động.

Theo một vài phương án thực hiện, các ô cỡ macrô 108-1 và 108-2 có thể chồng lấn với nhau, và cũng có thể chồng lấn với một hoặc nhiều ô nhỏ 110. Ví dụ, ô cỡ macrô cụ thể 108-1 có thể là một ô cỡ macrô 108 trong số nhiều ô cỡ macrô phủ sóng một vùng địa lý chung và có sơ đồ điều biến và RAT chung, nhưng sử dụng các tần số và/hoặc các bộ định danh AP khác nhau tương ứng. Trong các trường hợp này, thiết bị không dây 106 được định vị trong vùng đã được phủ sóng bởi hai hoặc nhiều ô

chồng lần 108, 112 có thể gửi và nhận các tín hiệu vô tuyến tới và từ mỗi một trong số các trạm gốc 104 và/hoặc các nút công suất thấp 112 tương ứng.

Theo một ví dụ minh họa, (R)AN 102 được kết nối với mạng lõi (CN - Core Network) 114, mà cũng có thể được xem như mạng lõi tiến hóa (ECN - Evolved Core Network) hoặc lõi gói tin tiến hóa (EPC - Evolved Packet Core). CN 114 bao gồm (hoặc, một cách tương đương, được kết nối với) một hoặc nhiều máy chủ 116 được tạo cấu hình để cung cấp các dịch vụ lõi mạng ví dụ như, các chức năng mạng (NF - Network Function) đã mô tả trong 3GPP TS 23.501 V15.2.0 (2018-06) “kiến trúc hệ thống cho hệ thống 5G” và các bản kế tiếp của nó. CN 114 còn bao gồm một hoặc nhiều nút cổng nối (GW - Gateway) 118 được tạo cấu hình để kết nối CN 114 với mạng dữ liệu (DN - Data network) gói tin 120 ví dụ như, internet. Nút cổng nối 118 có thể được xem như cổng nối gói tin (PGW - Packet gateway) và/hoặc cổng nối dịch vụ (SGW - Serving gateway). DN 120 có thể cung cấp các dịch vụ truyền thông để hỗ trợ sự truyền thông từ đầu cuối tới đầu cuối giữa các thiết bị không dây 106 và một hoặc nhiều các máy chủ ứng dụng (AS - Application server) 122 được tạo cấu hình để trao đổi các dòng gói tin dữ liệu với các thiết bị không dây 106 qua CN 114 và (R)AN 102. Trong một vài ngữ cảnh, máy chủ ứng dụng (AS) 122 cũng có thể được xem như máy chủ chính.

Trong một vài ngữ cảnh, đường dẫn tín hiệu từ đầu cuối tới đầu cuối giữa AS 122 và một hoặc nhiều thiết bị không dây 106 có thể được xem như kết nối OTT (Over The Top - Dịch Vụ Cung Cấp Nội Dung Trên Nền Mạng Viễn Thông). Theo cách tương tự, dịch vụ truyền thông mà sử dụng hoạt động truyền tín hiệu giữa AS 122 và một hoặc nhiều thiết bị không dây 106 có thể được xem như dịch vụ OTT.

Cần nhận thấy rằng việc tách giữa CN 114 và DN 120 có thể là thuần logic, để đơn giản hóa việc hiểu các vai trò tương ứng của chúng. Cụ thể là, CN 114 chủ yếu tập trung vào việc cung cấp các dịch vụ truy nhập thiết bị không dây và việc hỗ trợ tính di động của thiết bị không dây. Mặt khác, DN 120 chủ yếu tập trung vào việc cung cấp sự truyền thông từ đầu cuối tới đầu cuối, một cách cụ thể qua các miền mạng. Tuy nhiên, cần hiểu rõ rằng cả CN 114 và DN 120 có thể được thực hiện trên cơ sở hạ tầng mạng vật lý chung, nếu cần.

Fig.2A và Fig.2B là các sơ đồ khối minh họa ở dạng sơ lược hệ thống truyền thông 200 bao gồm thiết bị tính 202 sử dụng được trong các phương án thực hiện của sáng chế. Theo các phương án thực hiện khác nhau, bất kỳ hoặc tất cả các trạm gốc 104 hoặc 112, các thiết bị không dây 106, các máy chủ mạng lõi 116 hoặc các cổng nối 118 và các máy chủ mạng dữ liệu 122 có thể được thực hiện sử dụng các hệ thống và các nguyên tắc theo thiết bị tính 202. Cũng cần hiểu rõ rằng bất kỳ hoặc tất cả các phần tử của mạng 100 có thể được ảo hóa sử dụng các kỹ thuật đã biết trong kỹ thuật hoặc sẽ được phát triển trong tương lai, trong trường hợp đó các chức năng của bất kỳ hoặc tất cả các trạm gốc 104 hoặc 112, các máy chủ mạng lõi 116 hoặc các cổng nối 118, và/hoặc bất kỳ hoặc tất cả các chức năng mạng có thể được thực hiện bởi phần mềm phù hợp thực thi trong thiết bị tính 202 hoặc trong trung tâm dữ liệu (không được thể hiện) gồm có nhiều thiết bị tính 202.

Trong ví dụ trên Fig.2A, hệ thống truyền thông 200 nói chung bao gồm thiết bị tính 202 được kết nối với một hoặc nhiều mạng 210 và một hoặc nhiều đơn vị vô tuyến 212. Thiết bị tính 202 bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 204, bộ nhớ 206, một hoặc nhiều giao diện mạng 208. Các bộ xử lý 204 có thể được cung cấp dưới dạng sự kết hợp phù hợp bất kỳ của các đơn vị xử lý trung tâm (CPU - Central Processing Unit), các mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC - Application Specific Integrated Circuit), các mảng cổng lập trình được bằng trường (FPGA - Field Programmable Gate Array), hoặc tương tự. Theo cách tương tự, bộ nhớ 206 có thể được cung cấp dưới dạng sự kết hợp phù hợp bất kỳ của bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM - Random Access Memory), bộ nhớ chỉ đọc (ROM - Read Only Memory) và các kỹ thuật lưu trữ khối như lưu trữ dạng đĩa quang hoặc từ hoặc tương tự. Các giao diện mạng 208 cho phép sự báo hiệu giữa thiết bị tính 200 và các mạng 210, như mạng lõi 114, mạng dữ liệu 120, hoặc mạng miền riêng như trung tâm dữ liệu (không được thể hiện).

Mỗi đơn vị vô tuyến 212 thường bao gồm ít nhất một bộ truyền (Tx) 214 và ít nhất một bộ nhận (Rx) 216 được ghép với một hoặc nhiều ăng ten 218. Trong ví dụ trên Fig.2A, đơn vị vô tuyến (các đơn vị vô tuyến) 212 được thể hiện dưới dạng nằm bên ngoài thiết bị tính 202 và được kết nối với thiết bị tính 202 qua sự kết nối vật lý phù hợp (như cáp đồng hoặc cáp quang). Trong ví dụ trên Fig.2B, đơn vị vô tuyến (các

đơn vị vô tuyến) 212 được thể hiện dưới dạng được kết nối với thiết bị tính 202 qua mạng 210 và giao diện mạng 208. Theo các phương án thực hiện khác nữa, đơn vị vô tuyến (các đơn vị vô tuyến) 212 và một cách tùy ý cả ăng ten (các ăng ten) 218 có thể được tích hợp cùng với thiết bị tính 202.

Một hoặc nhiều bộ xử lý 204 vận hành để cung cấp các chức năng của thiết bị tính 202. Thông thường, chức năng (các chức năng) nêu trên được thực hiện dưới dạng các ứng dụng phần mềm (APP - Software application) 220 hoặc các môđun mà được lưu trữ trong bộ nhớ 206, ví dụ, và được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý 204. Theo một vài phương án thực hiện, một hoặc nhiều ứng dụng phần mềm hoặc môđun phần mềm 220 có thể thực thi trong môi trường đang chạy an toàn (RTE - Secure run-time environment) 222 được duy trì bởi hệ điều hành (không được thể hiện) của thiết bị tính 202.

Cần chú ý rằng các phương án thực hiện cụ thể có thể loại trừ một hoặc nhiều phần tử được minh họa trên Fig.2A và Fig.2B. Ví dụ, thiết bị tính 202 được tạo cấu hình để thực hiện thiết bị không dây 106 có thể hợp nhất một hoặc nhiều bộ xử lý 204, bộ nhớ 206, và một hoặc nhiều đơn vị vô tuyến 212, nhưng có thể loại trừ giao diện mạng 208. Ngược lại, thiết bị tính 202 được tạo cấu hình để thực hiện máy chủ 116 hoặc 122 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 204, bộ nhớ 206, và một hoặc nhiều giao diện mạng 208, nhưng có thể loại trừ đơn vị vô tuyến 212. Thiết bị tính 202 được tạo cấu hình để thực hiện trạm gốc 104 hoặc 112, mặt khác, thường sẽ bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý 204, bộ nhớ 206, và cả các đơn vị vô tuyến 212 và các giao diện mạng 208.

Fig.3 minh họa hệ thống MIMO TDD ví dụ 300, mà nói chung bao gồm trạm gốc 302 và thiết bị người dùng (UE) 304. Theo một ví dụ minh họa, trạm gốc 302 bao gồm khối điều biến và hiệu chỉnh lỗi trước (FEC - Forward error correction) 306, được phân tầng với khối bộ lập mã trước MIMO và ánh xạ lớp tín hiệu tuyến xuống 308. Trạm gốc được trang bị với N ăng ten 310, mà có thể được tham chiếu bởi các giá trị chỉ số $n=0...(N-1)$. Theo một ví dụ minh họa, UE 304 bao gồm khối bộ nhận 312, được phân tầng với khối giải ánh xạ và giải điều biến 314. UE được trang bị với M ăng ten 316,

mà có thể được tham chiếu bởi các giá trị chỉ số $m=0...(M-1)$. Tín hiệu tuyến xuống được nhận bởi UE có thể được thể hiện dưới dạng:

$$y = HWx + n$$

trong đó

- y là $M \times 1$ tín hiệu nhận;
- $H^{DL} = [h_{mn}^{DL}]$ là ma trận kênh tuyến xuống $M \times N$; phần tử h_{mn}^{DL} của H^{DL} thể hiện hệ số kênh từ ăng ten truyền gNB thứ n tới ăng ten nhận UE thứ m . Vector hàng thứ m của H^{DL} có thể được biểu thị là $H_m^{DL} = [h_{m0}^{DL} \ h_{m1}^{DL} \ \dots \ h_{mN-1}^{DL}]$;
- W là ma trận lập mã trước $N \times L$, L là số lượng các lớp tín hiệu tuyến xuống. Theo một vài phương án thực hiện, $L \leq 2$;
- x là vector tín hiệu truyền đã điều biến $L \times 1$;
- n là vector tạp nhiễu $M \times 1$, $n \sim N(0, \sigma^2 I)$; và
- σ là độ lệch tiêu chuẩn của vector tạp nhiễu n .

Mỗi ăng ten 310 trong trạm gốc 302 thường là hệ thống ăng ten hoạt động (AAS - Active antenna system) hai chiều (2D - Two-dimensional). Như có thể thấy trên Fig.4, giàn ăng ten có hướng 2D 400 có thể gồm có N_1 hàng, và N_2 cột của các đơn vị ăng ten 402, mỗi một trong số chúng bao gồm cặp các phần tử ăng ten phân cực chéo 404a và 404b, sao cho tổng số lượng các ăng ten truyền là $N = 2N_1N_2$.

Khi ăng ten UE m có khả năng truyền tín hiệu tuyến lên, hệ số kênh tuyến lên giữa ăng ten UE m và ăng ten trạm gốc đã cho n , h_{nm}^{UL} , có thể được đo và được ước lượng bởi trạm gốc. Kênh tuyến xuống tương ứng h_{mn}^{DL} có thể được thu bằng cách thiết lập $h_{mn}^{DL} = h_{nm}^{UL}$, vì tính thuận nghịch được giữ trong các hệ thống TDD. Nếu các tín hiệu tuyến lên có thể được truyền trên tất cả các ăng ten UE 316, thì toàn bộ đáp ứng kênh tuyến xuống có thể được thu từ tuyến lên, nghĩa là, $H^{DL} = H^{ULT}$, trong đó $(\cdot)^T$ là toán tử chuyển vị, $H^{UL} = [H_0^{UL} \ H_1^{UL} \ \dots \ H_{M-1}^{UL}]$ và H_m^{UL} là vector cột thứ m của H^{UL} , $H_m^{UL} = [h_{0m}^{UL} \ h_{1m}^{UL} \ \dots \ h_{N-1,m}^{UL}]^T$. Tuy nhiên, nếu chỉ một ăng ten UE 316 (như ăng ten UE $m=0$, ví dụ) có thể truyền, trạm gốc chỉ có thể có sự nhận biết về $H_0^{DL} = H_0^{ULT}$. Các kênh khác là chưa được biết với trạm gốc.

Khi việc lựa chọn ăng ten không được hỗ trợ bởi các UE, trạm gốc 302 chỉ có thể đo kênh tuyến lên của một ăng ten UE mà có khả năng truyền. Kênh này có thể được biểu thị là $H_{sounded}^{UL}$, và $H_0^{UL} = H_{sounded}^{UL}$. Để giảm nhẹ vấn đề nêu trên, một giải pháp đó là tạo dựng thông tin kênh cho các ăng ten UE (không truyền) khác 316 sao cho các kênh đã tạo dựng trực giao với $H_{sounded}^{UL}$. **Error! Reference source not found..** Đặt $H_{constructed}^{UL}$ là kênh đã tạo dựng. Kênh tuyến xuống thu được bằng kỹ thuật đo một phần và tạo dựng một phần có thể được thể hiện dưới dạng:

$$H^{DL} = [H_{sounded}^{UL}, H_{constructed}^{UL}]^T$$

trong đó $(\cdot)^H$ là hàm số Hecmit;

Các trọng số lập mã trước tạo chùm DL có thể được tính toán dựa trên H^{DL} sử dụng thuật toán tạo chùm phù hợp bất kỳ, ví dụ như việc tạo chùm sai số bình phương trung bình nhỏ nhất (MMSE - Minimum mean square error). Trong trường hợp này, các trọng số lập mã trước có thể được thể hiện dưới dạng:

$$W = H^{DLH} [H^{DLH} H^{DLH} + \sigma^2 I]^{-1}.$$

Tuy nhiên, các trọng số được ước lượng dựa trên các kênh đã tạo dựng nói chung là không chính xác. Sự suy giảm chất lượng được quan sát thấy khi chúng được sử dụng để tạo chùm. Lọc tín hiệu tuyến xuống bất kỳ đã ảnh xạ vào các trọng số từ kênh đã tạo dựng có chất lượng kém hơn nhiều so với lọc tín hiệu tuyến xuống đã ảnh xạ sử dụng các trọng số cho kênh (các kênh) đã báo hiệu dựa trên phép đo RS. Điều này là vì, thứ nhất, có sự thiếu sự phân tập khi chỉ lớp (các lớp) tín hiệu tuyến xuống đã ảnh xạ vào các trọng số của các kênh đã tạo dựng chịu tất cả các sai số ước lượng kênh được kết hợp với các kênh đã tạo dựng nêu trên; thứ hai, sự thích ứng liên kết có xu hướng thực hiện kém đối với lớp (các lớp) tín hiệu tuyến xuống đã ảnh xạ vào các trọng số của các kênh đã tạo dựng vì các sai số ước lượng kênh là không dự đoán được; thứ ba, lớp (các lớp) tín hiệu tuyến xuống đã ảnh xạ vào các trọng số của kênh đã báo hiệu có thể đạt tới thông lượng đỉnh với công suất bổ sung bị lãng phí và không được sử dụng bởi lớp (các lớp) tín hiệu tuyến xuống đã ảnh xạ vào các trọng số của các kênh đã tạo dựng.

Một nhược điểm khác đối với việc trước tiên tạo dựng các kênh chưa được báo hiệu và sau đó tính các trọng số lập mã trước đó là nó không hiệu quả về mặt tính toán và bộ nhớ vì các kênh đã tạo dựng cần phải được lưu và được sử dụng sau đó.

Các hệ thống và các phương pháp được bộc lộ ở đây cung cấp các kỹ thuật để tính các trọng số tạo chùm cho các hệ thống MIMO khối mà không phải lựa chọn ăng ten truyền cho UE. Nó còn bao gồm

- Đo đáp ứng kênh với các tín hiệu tham chiếu UL từ ăng ten TX chính của UE mà không phải truyền lựa chọn ăng ten.
- Tính toán các trọng số lập mã trước cho lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất với đáp ứng kênh đã đo.
- Sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao cho các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai dựa trên đáp ứng kênh đã đo và/hoặc các trọng số đã tính toán cho lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất.
- Thực hiện việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước giữa các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai trong độ chi tiết của dải con xác định trước.

Các ưu điểm của sáng chế có thể bao gồm:

- Việc sinh ra các trọng số trực giao hoặc tựa như trực giao trực tiếp cho các lớp tín hiệu tuyến xuống chưa được báo hiệu là giải pháp hiệu quả về mặt tính toán và bộ nhớ hơn so với cách tiếp cận tạo dựng kênh cho các kênh chưa được báo hiệu.
- Việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước mang lại sự phân tập lập mã trước bổ sung cho hai lớp tín hiệu tuyến xuống để đạt được các đặc tính cân bằng giữa hai lớp tín hiệu tuyến xuống, vốn dẫn tới các thông lượng cao và BLER được điều khiển tổng thể tốt hơn.

Các đoạn sau đây mô tả phương pháp để sinh ra các trọng số lập mã trước cho các hệ thống MIMO khối trong đó mỗi UE chỉ có một ăng ten truyền. Phương pháp nêu trên được minh họa bởi Fig.5.

Trong bước thứ nhất 502, đáp ứng kênh H_0^{DL} cho ăng ten UE thứ nhất 1st (nghĩa là được báo hiệu) được ước lượng. Như đã nêu trên đây, khi UE 304 có thể truyền chỉ

với một ăng ten 316, trạm gốc 302 chỉ có thể đo kênh tuyến lên H_0^{UL} giữa một ăng ten UE truyền và trạm gốc. Dựa trên kênh tuyến lên đã đo H_0^{UL} , đáp ứng kênh tuyến xuống tương ứng H_0^{DL} cho ăng ten UE thứ nhất có thể được ước lượng sử dụng các phương pháp đã biết. Các trọng số lập mã trước tương ứng của lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất trong hoạt động truyền tuyến xuống sau đó có thể được tính toán một cách chính xác (ở 504) dựa trên ước lượng kênh tuyến xuống H_0^{DL} .

Theo các phương án thực hiện trong đó hạng hoạt động truyền tuyến xuống cao hơn 1 (nghĩa là, trạm gốc có nhiều hơn một lớp tín hiệu tuyến xuống để gửi tới UE) chúng ta cần phải tính các trọng số lập mã trước W_m đối với mỗi lớp trong số các lớp tín hiệu tuyến xuống khác.

Theo các phương án thực hiện của sáng chế, tập hợp của các trọng số trực giao hoặc tựa như trực giao có thể được sinh ra (ở 506) trực tiếp dựa trên hoặc một hoặc cả đáp ứng kênh H_0^{DL} cho ăng ten đã báo hiệu hoặc các trọng số lập mã trước thứ nhất W_0 , nghĩa là, $W_{m>0} = f(H_0^{DL}, W_0)$, trong đó $f(\cdot)$ là một hàm số.

Hãy biểu diễn đáp ứng kênh của ăng ten UE thứ nhất (nghĩa là, ăng ten đã báo hiệu) dưới dạng:

$$H_0^{DL} = [H_{0,p0} \quad H_{0,p1}]$$

trong đó

- $H_{0,p0}$ và $H_{0,p1}$ lần lượt là các hệ số kênh cho các ăng ten truyền của trạm gốc có sự phân cực thứ nhất và sự phân cực thứ hai.

Một phương pháp ví dụ để sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao là như sau. Các trọng số lập mã trước thứ nhất có thể được biểu diễn dưới dạng vector trọng số (tạo chùm) lập mã trước truyền MMSE được tính toán dưới dạng

$$W_0 = H_0^{DLH} (H_0^{DL} H_0^{DLH} + \sigma^2)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{H_{0,p0}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \\ \frac{H_{0,p1}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \end{bmatrix}$$

Các trọng số lập mã trước trực giao sau đó có thể được biểu diễn dưới dạng vector trọng số tạo chùm W_1 , vốn là trực giao với W_0 , sau đó có thể được sinh ra dưới dạng

$$W_1 = \begin{bmatrix} \frac{-c^* H_{0,p1}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + c^* H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \\ \frac{H_{0,p0}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + c^* H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \end{bmatrix}$$

trong đó

- $c = -\frac{H_{0,p1}^* H_{0,p0}}{H_{0,p0}^* H_{0,p1}}$, và
- $(\cdot)^*$ là toán tử liên hợp phức.

Đối với các trọng số tạo chùm truyền MMSE W_0 trên đây hoặc các trọng số lập mã trước được sinh ra bằng thuật toán tạo chùm khác bất kỳ như mạng lưới của các chùm (GoB - Grid of beam) hoặc việc tạo chùm dựa trên giá trị đặc trưng (EBB - Eigen based beamforming), chúng ta cũng có thể sinh ra vector trọng số tựa như trực giao tương ứng W_1 . Ví dụ, khi W_0 được biểu diễn dưới dạng:

$$W_0 = \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \end{bmatrix},$$

Vector trọng số lập mã trước tựa như trực giao W_1 có thể được xác định dưới dạng

$$W_1 = \begin{bmatrix} V_0 \\ -V_1 \end{bmatrix}.$$

trong đó

- V_0 và V_1 lần lượt là các trọng số lập mã trước cho lớp truyền thứ nhất trên các ăng ten truyền của trạm gốc có sự phân cực thứ nhất và sự phân cực thứ hai

Ví dụ khác để tạo dựng vector trọng số tựa như trực giao, được sử dụng khi tạo chùm GoB, là để biểu diễn W_0 dưới dạng

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \varphi_l \end{bmatrix},$$

sau đó vector trọng số lập mã trước tựa như trực giao W_1 có thể được xác định dưới dạng

$$W_1 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ -V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -\varphi_l \end{bmatrix}.$$

trong đó

- V là trọng số lập mã trước của lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất theo mỗi sự phân cực; và
- φ_1 là hệ số đồng pha của hai sự phân cực.

Khi các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao đã được sinh ra, chúng có thể được sử dụng để truyền (ở 508) các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai (và khác bất kỳ).

Như đã nêu trên đây, các trọng số đã ước lượng dựa trên các kênh đã tạo dựng có xu hướng không chính xác. Theo một vài phương án thực hiện, các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao, như đã ước lượng trên đây, cũng có thể là không chính xác, với kết quả là các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai (và khác) có thể có chất lượng thấp hơn so với lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất. Fig.6 là lưu đồ minh họa kỹ thuật chuyển đổi mà giúp cho hai (hoặc nhiều) lớp tín hiệu tuyến xuống có độ chính xác lập mã trước tương tự, trong các điều kiện kênh tương tự, và đạt được chất lượng tương tự.

Theo một vài phương án thực hiện, dải tần số được cấp phát tới UE nhất định cho hoạt động truyền tuyến xuống có thể được chia thành các dải con tần số được thể hiện trong các đơn vị của các khối tài nguyên (RB - Resource block) hoặc các sóng mang con (SC - Subcarrier). Các dải con nêu trên có thể được xem như các nhóm sóng mang con (SCG - Subcarrier group). Nhiều SCG trong dải tần số được cấp phát tới UE có thể được xem như N_{SCG} . Các trọng số lập mã trước chưa chuyển đổi cho các lớp tín hiệu tuyến xuống kép theo mỗi SCG có thể được biểu diễn dưới dạng:

$$W_{untoggled}(scg) = [W_0(scg) \quad W_1(scg)], 0 \leq scg \leq N_{SCG} - 1$$

trong đó

- $W_0(scg)$ và $W_1(scg)$ là các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao tương ứng sinh ra trong mỗi SCG, mà có thể được tính toán như được mô tả trên đây dựa vào Fig.5.

Lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất đã lập mã trước bởi W_0 có thể có chất lượng tốt hơn so với lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai đã lập mã trước bởi W_1 . Các vận hành chuyển đổi các trọng số lập mã trước để hoán đổi các trọng số lập mã trước được áp

dụng với hai lớp tín hiệu tuyến xuống theo cách xen kẽ. Theo một vài phương án thực hiện, việc chuyển đổi nêu trên có thể được thực hiện dựa trên mỗi SCG. Ví dụ: khi $scg = \text{chẵn}$ (ở 602), lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất có thể được lập mã trước bởi W_0 (ở 604), và lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai có thể được lập mã trước bởi W_1 (ở 606); và khi $scg = \text{lẻ}$ (ở 602), lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất có thể được lập mã trước bởi W_1 (ở 608), và lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai có thể được lập mã trước bởi W_0 (ở 610). Việc chuyển đổi nêu trên có thể tổng hợp dưới dạng:

$$W_{toggled}(scg) = \begin{cases} [W_0(scg) & W_1(scg)], & \text{scg là chẵn} \\ [W_1(scg) & W_0(scg)], & \text{scg là lẻ} \end{cases}, 0 \leq scg \leq N_{SCG} - 1$$

Phương pháp chuyển đổi mô tả trên đây đã được kiểm tra bằng thực nghiệm và được phát hiện là tạo ra sự tăng cường về thông lượng qua không khí. Như có thể thấy trên Fig.7, đối với hàm phân bố tích lũy (CDF - Cumulative distribution function) của 0,8, sự tăng cường thông lượng (trong lớp tín hiệu tuyến xuống 1) bằng xấp xỉ 10Mbps được quan sát thấy.

Như có thể thấy rõ, việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước có thể được thực hiện dựa trên các SCG khác. Ví dụ, các trọng số lập mã trước có thể được chuyển đổi trong các khối tài nguyên vật lý (PRB - Physical resource block) xen kẽ hoặc các nhóm xen kẽ của các PRB, hoặc trong các khoảng thời gian truyền (TTI - Transmission time interval) xen kẽ, nếu cần.

Mặc dù các quá trình trên các hình vẽ có thể thể hiện thứ tự cụ thể của các vận hành được thực hiện bởi các phương án thực hiện nhất định của sáng chế, nhưng cần hiểu rằng thứ tự như vậy chỉ là ví dụ, và rằng các phương án thực hiện thay thế có thể thực hiện các vận hành theo một thứ tự khác, kết hợp các vận hành nhất định, phối hợp các vận hành nhất định, v.v.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ nhận ra các cải tiến và các biến thể với các phương án thực hiện của sáng chế. Tất cả các cải tiến và các biến thể nêu trên đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông trong trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dung (UE - User equipment), phương pháp này bao gồm các bước:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \varphi_l \end{bmatrix},$$

trong đó:

V là trọng số lập mã trước của lớp tín hiệu tuyến xuống theo mỗi sự biểu thị phân cực của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất; và

φ_1 là hệ số đồng pha của các sự phân cực trực giao của các ăng ten truyền của trạm gốc.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất bao gồm:

đo đáp ứng kênh tuyến lên dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE; và

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống dưới dạng nghịch đảo của đáp ứng kênh tuyến lên đã đo.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm sinh ra các trọng số lập mã trước tựa như trực giao dưới dạng:

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ -V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -\varphi_l \end{bmatrix}.$$

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai bao gồm việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó dải tần số được cấp phát tới UE được chia thành nhiều nhóm sóng mang con (SCG - Subcarrier group), và trong đó việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm:

trong tập hợp thứ nhất của các SCG: lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao; và

trong tập hợp thứ hai của các SCG: lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó tập hợp thứ nhất của các SCG bao gồm các SCG chẵn, và tập hợp thứ hai của các SCG bao gồm các SCG lẻ.

7. Phương pháp theo điểm 4, trong đó việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm:

trong nhóm thứ nhất của một hoặc nhiều khối tài nguyên vật lý (PRB - Physical resource block): lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao; và

trong nhóm thứ hai của một hoặc nhiều PRB: lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất.

8. Phương pháp theo điểm 4, trong đó việc chuyển đổi các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm:

trong khoảng thời gian truyền (TTI - Transmission Time Interval) thứ nhất: lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao; và

trong TTI thứ hai: lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất sử dụng các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao, và lập mã trước lớp tín hiệu tuyến xuống thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất.

9. Trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dùng (UE), trạm gốc này bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy phi chuyển tiếp bao gồm các lệnh phần mềm đọc được bằng máy được tạo cấu hình để điều khiển ít nhất một bộ xử lý để thực hiện phương pháp bao gồm các bước:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \varphi_l \end{bmatrix},$$

trong đó:

V là trọng số lập mã trước của lớp tín hiệu tuyến xuống theo mỗi sự biểu thị phân cực của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất; và

φ_l là hệ số đồng pha của các sự phân cực trực giao của các ăng ten truyền của trạm gốc.

10. Phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy phi chuyển tiếp bao gồm các lệnh phần mềm đọc được bằng máy được tạo cấu hình để điều khiển ít nhất một bộ xử lý của trạm gốc thực hiện phương pháp bao gồm các bước:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V \\ V\varphi_l \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} V & 0 \\ 0 & V \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ \varphi_l \end{bmatrix},$$

trong đó:

V là trọng số lập mã trước của lớp tín hiệu tuyến xuống theo mỗi sự biểu thị phân cực của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất; và

φ_1 là hệ số đồng pha của các sự phân cực trực giao của các ăng ten truyền của trạm gốc.

11. Phương pháp truyền thông trong trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dùng (UE), phương pháp này bao gồm các bước:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = H_0^{DLH} \left(H_0^{DL} H_0^{DLH} + \sigma^2 \right)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{H_{0,p0}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \\ \frac{H_{0,p1}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \end{bmatrix}$$

trong đó:

H_0^{DL} là sự biểu thị ma trận hệ số kênh tuyến xuống của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

$(\cdot)^H$ là hàm số Hecmit;

$H_{0,p0}$ và $H_{0,p1}$ là các hệ số kênh cho các ăng ten truyền của trạm gốc có các sự phân cực trực giao tương ứng, các hệ số kênh này là sự biểu thị của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất; và

σ là độ lệch tiêu chuẩn của vector tạp nhiễu n .

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao dưới dạng:

$$W_1 = \begin{bmatrix} \frac{-c^* H_{0,p1}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + c^* H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \\ \frac{H_{0,p0}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + c^* H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \end{bmatrix}$$

trong đó:

$$c = -\frac{H_{0,p1}^* H_{0,p0}}{H_{0,p0}^* H_{0,p1}}; \text{ và}$$

$(\cdot)^*$ là toán tử liên hợp phức.

13. Trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dung (UE), trạm gốc này bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ được bằng máy phi chuyển tiếp bao gồm các lệnh phần mềm được bằng máy được tạo cấu hình để điều khiển ít nhất một bộ xử lý thực hiện phương pháp bao gồm:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyên lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao; các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = H_0^{DLH} \left(H_0^{DL} H_0^{DLH} + \sigma^2 \right)^{-1} = \begin{bmatrix} \frac{H_{0,p0}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \\ \frac{H_{0,p1}^H}{H_{0,p0} H_{0,p0}^H + H_{0,p0} H_{0,p0}^H + \sigma^2} \end{bmatrix}$$

trong đó:

H_0^{DL} là sự biểu thị ma trận hệ số kênh tuyến xuống của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

$(\cdot)^H$ là hàm số Hecmit;

$H_{0,p0}$ và $H_{0,p1}$ là các hệ số kênh cho các ăng ten truyền của trạm gốc có các sự phân cực trực giao tương ứng, các hệ số kênh là sự biểu thị của đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất; và

σ là độ lệch tiêu chuẩn của vector tạp nhiễu n .

14. Phương pháp truyền thông trong trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dùng (UE), phương pháp này bao gồm các bước:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \end{bmatrix}$$

trong đó:

V_0 và V_1 là các trọng số lập mã trước cho lớp truyền thứ nhất trên các ăng ten truyền của trạm gốc lần lượt có sự phân cực thứ nhất và sự phân cực thứ hai.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao bao gồm sinh ra các trọng số lập mã trước tựa như trực giao dưới dạng:

$$W_1 = \begin{bmatrix} V_0 \\ -V_1 \end{bmatrix}$$

16. Trạm gốc được tạo cấu hình để truyền và nhận các tín hiệu không dây tới và từ thiết bị người dung (UE), trạm gốc này bao gồm:

ít nhất một bộ xử lý; và

phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy phi chuyển tiếp bao gồm các lệnh phần mềm đọc được bằng máy được tạo cấu hình để điều khiển ít nhất một bộ xử lý thực hiện phương pháp bao gồm:

xác định đáp ứng kênh tuyến xuống của ăng ten UE thứ nhất, dựa trên các tín hiệu tuyến lên đã nhận từ UE;

tính toán các trọng số lập mã trước thứ nhất dựa trên đáp ứng kênh đã xác định của ăng ten UE thứ nhất;

sinh ra các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao dựa trên các trọng số lập mã trước thứ nhất; và

truyền các lớp tín hiệu tuyến xuống thứ nhất và thứ hai sử dụng các trọng số lập mã trước thứ nhất và các trọng số lập mã trước trực giao hoặc tựa như trực giao;

các trọng số lập mã trước thứ nhất được tính toán dưới dạng:

$$W_0 = \begin{bmatrix} V_0 \\ V_1 \end{bmatrix}$$

trong đó:

V_0 và V_1 là các trọng số lập mã trước cho lớp truyền thứ nhất trên các ăng ten truyền của trạm gốc lần lượt có sự phân cực thứ nhất và sự phân cực thứ hai.

1/5

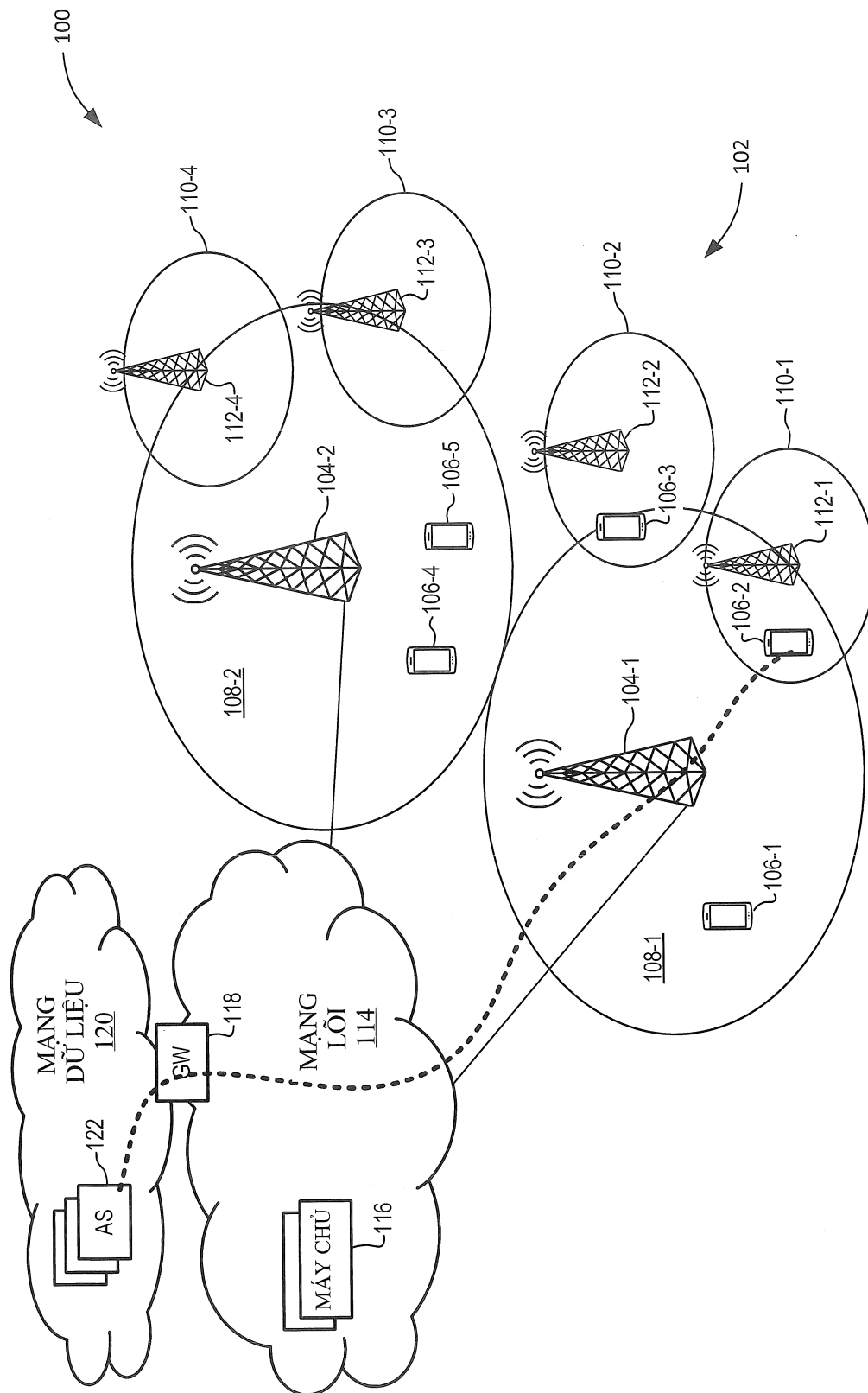


FIG. 1

2/5

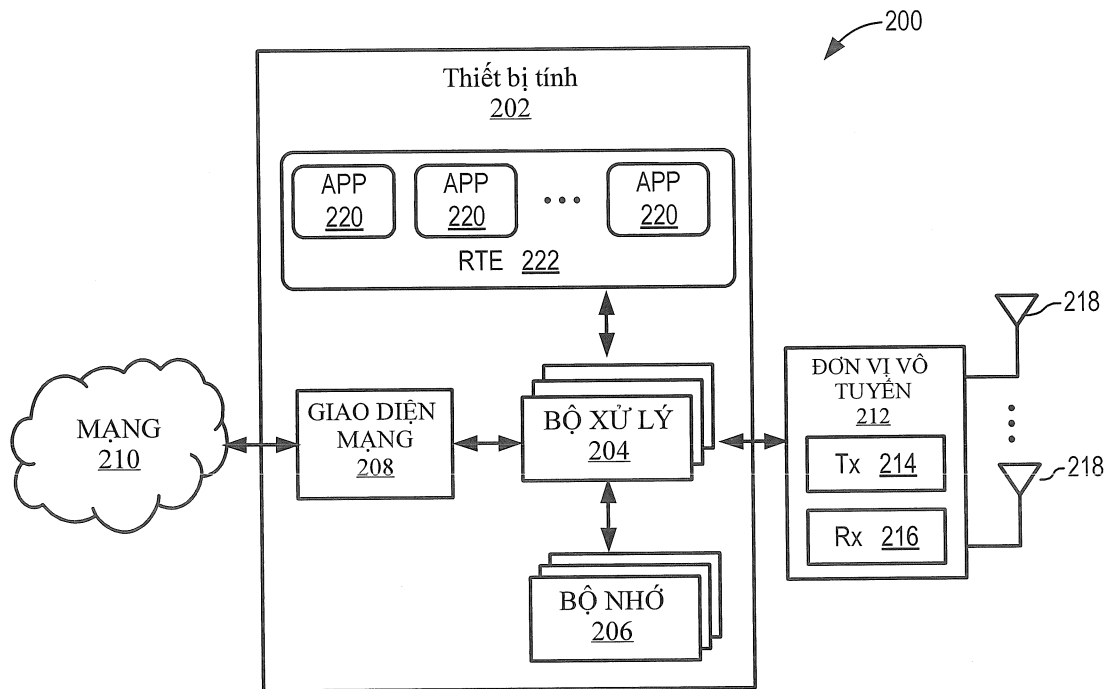


FIG. 2A

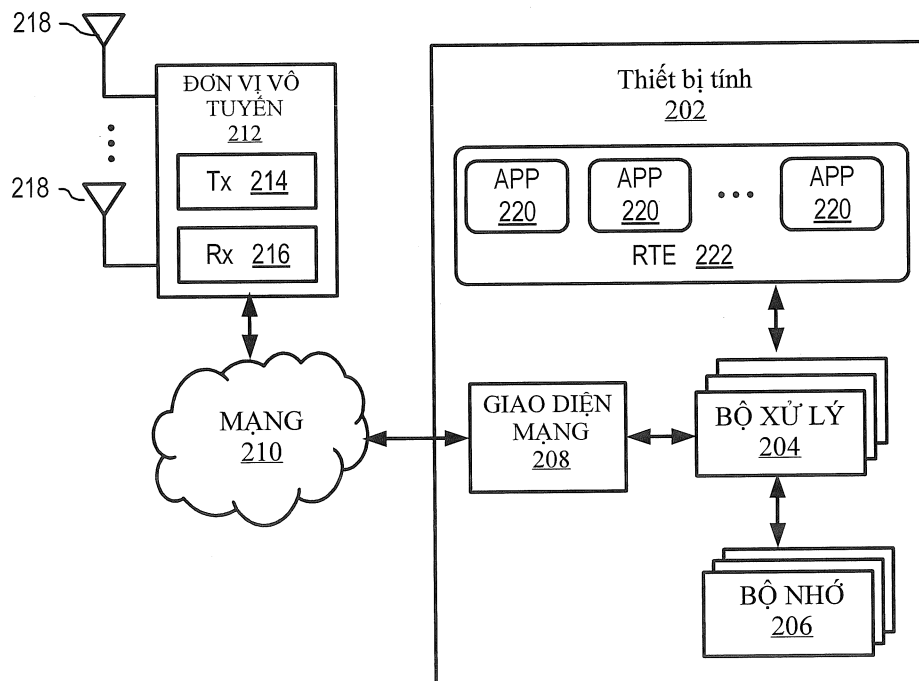


FIG. 2B

3/5

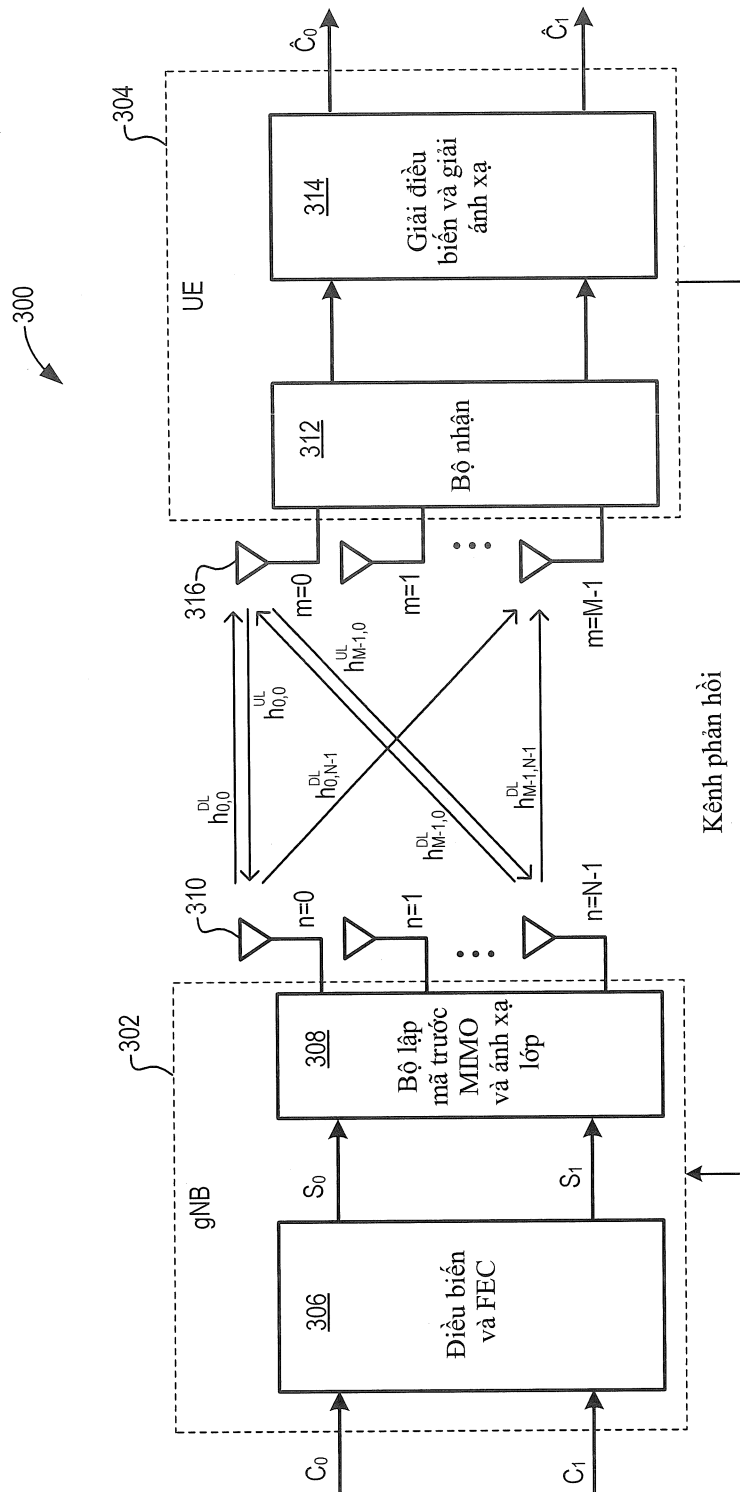
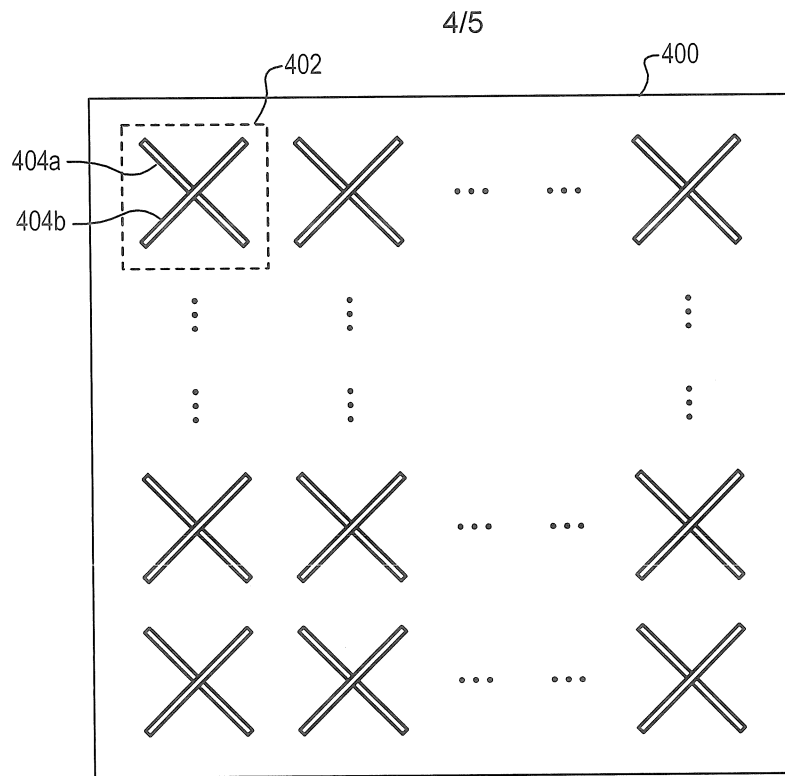
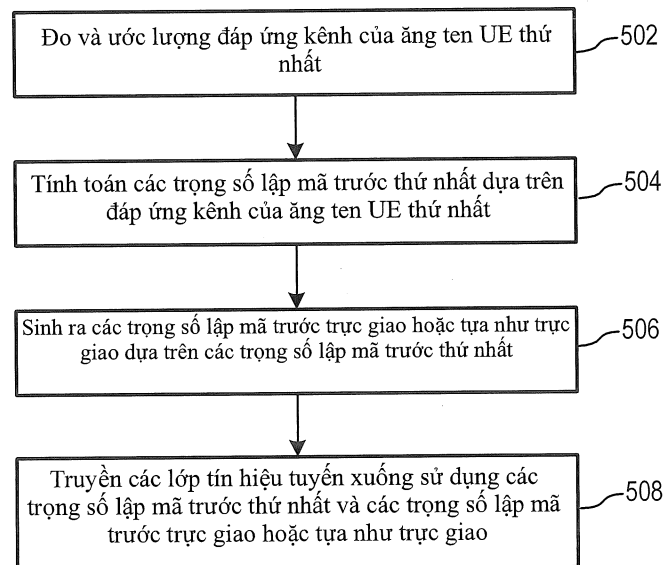


FIG. 3

**FIG. 4****FIG. 5**

5/5

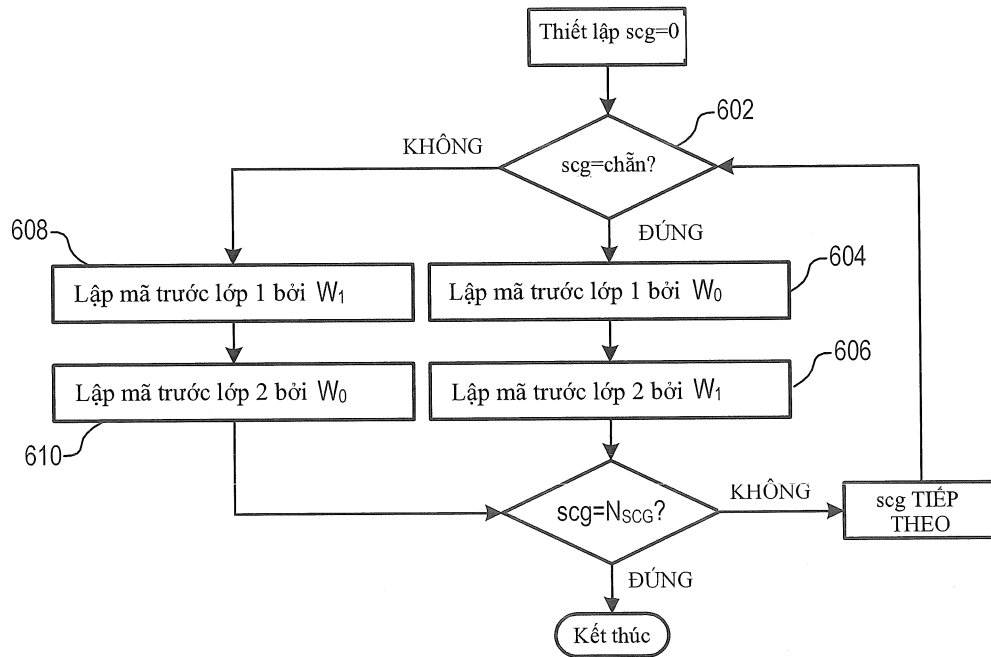


FIG. 6

CDF thông lượng L1 DL

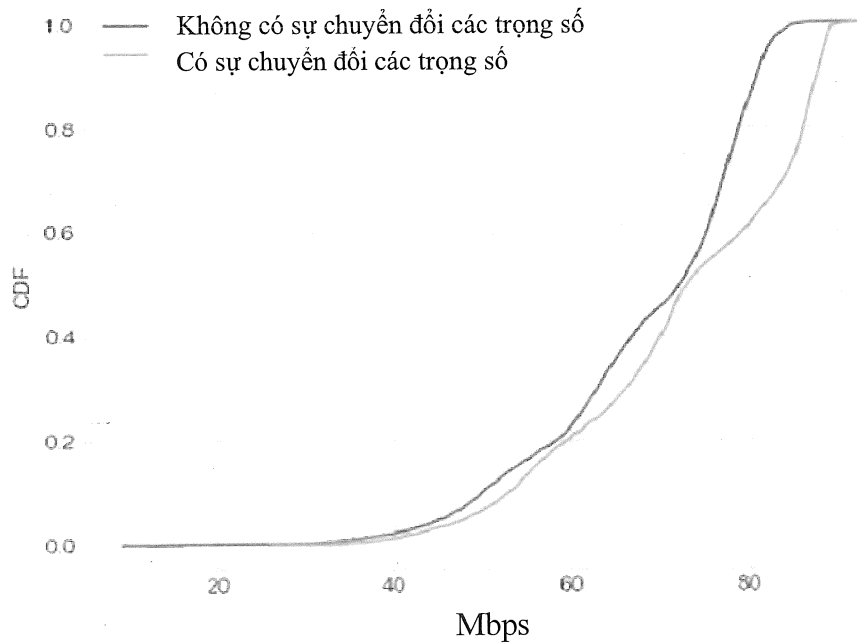


FIG. 7