



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ  
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ  
(51)<sup>2024.01</sup> H04L 27/00; H04B 5/79; H04B 17/327; (13) B  
H04B 5/77



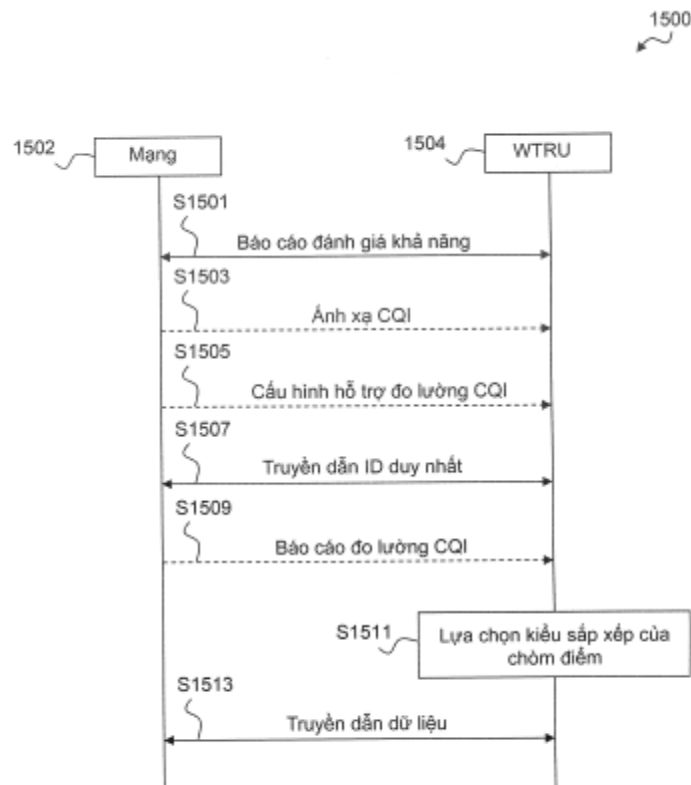
1-0053189

- 
- (21) 1-2022-05535 (22) 22/01/2021  
(86) PCT/US2021/014660 22/01/2021 (87) WO2021/154607 05/08/2021  
(30) 62/967,732 30/01/2020 US; 63/051,022 13/07/2020 US  
(45) 25/11/2025 452 (43) 26/12/2022 417A  
(73) InterDigital Patent Holdings, Inc. (US)  
200 Bellevue Parkway, Suite 300, Wilmington, Delaware 19809, United States of  
America  
(72) Tanbir HAQUE (BD); Hussain ELKOTBY (EG); Patrick CABROL (US);  
Ravikumar PRAGADA (US).  
(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)
- 

- (54) PHƯƠNG PHÁP THU NĂNG LƯỢNG VÀ PHÁT DỮ LIỆU ĐỒNG THỜI BỞI  
THIẾT BỊ THU/PHÁT KHÔNG DÂY VÀ THIẾT BỊ THU/PHÁT KHÔNG DÂY

(21) 1-2022-05535

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị thu/phát không dây, WTRU, có thể chọn một chòm điểm từ một tập hợp các chòm điểm tương ứng với cấu hình ký hiệu để điều biến sóng mang gián tiếp, ICM, dựa trên ít nhất một chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm, từng chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm tương ứng với một chòm điểm trong tập hợp các chòm điểm và sử dụng chòm điểm và cấu hình ký hiệu được chọn để thu năng lượng và phát dữ liệu.



Hình 15

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều biến sóng mang gián tiếp thích ứng bằng thiết bị thu/phát không dây và thiết bị thu/phát không dây để thực hiện phương pháp này.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Các phương pháp điều biến sóng mang gián tiếp có khả năng kích hoạt các bộ phát công suất siêu thấp có thể được sử dụng trên quy mô lớn. Các hệ thống hiện tại sử dụng điều biến sóng mang gián tiếp bao gồm truyền thông trường gần (NFC) và Nhận dạng bằng tần số vô tuyến (RFID).

Trong RFID, một thiết bị còn được gọi bộ đọc có thể tương tác với nhiều thiết bị (“thẻ”). Bộ đọc cung cấp công suất và dữ liệu về Tần số vô tuyến (RF) không dây cho các thẻ trên đường xuống (DL). Các thẻ này sử dụng công suất RF do bộ đọc cung cấp để gửi lại dữ liệu. Thẻ phát dữ liệu bằng cách điều biến phụ tải ăng-ten thông qua các sơ đồ đơn giản – ví dụ: Khóa bật-tắt (OOK) và Khóa dịch pha nhị phân (BPSK) – và phản xạ sóng mang RF do bộ đọc phát trở lại bộ đọc. Các thiết bị RFID thụ động thường điều biến OOK trên đường lên, rất thích hợp để thu năng lượng trên đường xuống, trong khi các thiết bị bán thụ động và chủ động sử dụng, chẳng hạn, BPSK lại thích hợp để phát năng lượng cao hơn trên mỗi bit trong khung điều biến sóng mang gián tiếp. Một sản phẩm riêng hỗ trợ một băng tần đơn và chế độ truyền thông. Bộ đọc và toàn bộ các thẻ truyền thông trên cùng một kênh tần số. Do đó, một thẻ thu công suất trên DL và truyền dẫn dữ liệu trên đường lên (UL) cùng một lúc bằng cách sử dụng cùng một tần số sóng mang.

Các hệ thống RFID sử dụng kênh truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp giữa các thiết bị được ghép nối tán xạ ngược mà tại đó bộ đọc và thẻ nằm trong trường xa của các ăng-ten của nhau. Thẻ RFID có thể ở trạng thái thụ động (tức không có nguồn điện độc lập), bán thụ động (tức có pin nhỏ) hoặc chủ động (tức có nguồn điện độc lập, chẳng hạn như pin). Các tiêu chuẩn RFID hiện hành chỉ áp dụng cho một chế độ truyền thông. Đây được gọi là chế độ bộ đọc/bộ ghi mà trong đó bộ đọc sẽ bắt đầu tất cả các

truyền thông bằng cách truy vấn các thẻ. Các thẻ chỉ phản hồi khi bộ đọc truy vấn. Các tiêu chuẩn RFID hiện hành chỉ định rõ một vài băng tần, từ tần số thấp (125 kHz) đến tần số siêu cao – SHF (5,8 GHz). Phạm vi truyền thông của thiết bị RFID có thể mở rộng tối đa 100 m.

Có thể nói NFC là một phiên bản được tinh chỉnh của RFID. NFC thường được dùng cho các ứng dụng đa dạng như tự động hóa nhà ở, đồ điện tử gia dụng và đồng hồ thông minh. Các hệ thống RFID sử dụng kênh truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp giữa các thiết bị ghép nối tự cảm mà tại đó bộ đọc và thẻ nằm trong trường gần của các bộ chuyển đổi tín hiệu của nhau. Thiết bị NFC có thể ở trạng thái thụ động, bán thụ động hoặc chủ động. Các tiêu chuẩn NFC hiện hành quy định một băng tần đơn, 13,56 MHz và ba chế độ truyền thông – “bộ đọc/bộ ghi”, “mô phỏng thẻ” và “ngang hàng”. Phạm vi truyền thông của thiết bị NFC mở rộng từ khoảng 1 cm đến tối đa 1 m.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Phương pháp và thiết bị vận hành bộ thu/phát không dây, WTRU. WTRU có thể chọn một nhóm từ một tập hợp các nhóm phù hợp với cấu hình ký hiệu để điều biến sóng mang gián tiếp, ICM, dựa trên ít nhất một chỉ báo hiệu suất thực hiện của nhóm, từng chỉ báo hiệu suất thực hiện của nhóm phù hợp với một nhóm trong tập hợp các nhóm và sử dụng nhóm và cấu hình ký hiệu được chọn, thu năng lượng và phát dữ liệu đồng thời.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Ngoài ra, các số chỉ dẫn giống nhau trong các hình vẽ biểu thị các phần tử giống nhau, và trong đó:

HÌNH 1A là sơ đồ hệ thống minh họa hệ thống truyền thông ví dụ trong đó một hoặc nhiều phương án được bộc lộ có thể được thực hiện;

HÌNH 1B là sơ đồ hệ thống minh họa thiết bị thu/phát không dây (WTRU-wireless transmit/receive unit) ví dụ, mà có thể được sử dụng trong hệ thống truyền thông được thể hiện được thể hiện trên HÌNH 1A theo phương án của sáng chế;

HÌNH 1C là sơ đồ hệ thống minh họa mạng truy cập vô tuyến (RAN-radio access network) ví dụ và mạng lõi (CN-core network) ví dụ mà có thể được sử dụng trong hệ thống truyền thông được minh họa trong HÌNH 1A theo phương án của sáng chế;

HÌNH 1D là sơ đồ hệ thống minh họa RAN ví dụ khác và CN ví dụ khác mà có thể được sử dụng trong hệ thống truyền thông được minh họa trong HÌNH 1A theo phương án của sáng chế;

Hình 2A và 2B lần lượt minh họa các sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bậc 1 và các nhóm có 2 điểm tín hiệu liên quan bằng cách sử dụng OOK và BPSK;

Hình 3A và 3B lần lượt minh họa ví dụ về các sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bậc 2 và các nhóm có 4 điểm tín hiệu liên quan bằng cách sử dụng QPSK và 4-QAM;

Hình 4A và 4B minh họa các phép chuyển đổi trạng thái ICM và dạng sóng phát kết hợp với sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bằng OOK được mã hóa Manchester thường gặp;

Hình 5A và 5B minh họa một ví dụ khác về sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp được mã hóa Manchester bằng cách sử dụng BPSK để phát một bit trên mỗi ký hiệu;

Hình 6A và 6B minh họa sơ đồ điều biến pha-biên độ kết hợp của sóng mang gián tiếp theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại;

Hình 7A và 7B minh họa sơ đồ giải mã cho kênh truyền dẫn điều biến pha-biên độ kết hợp của sóng mang gián tiếp theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại;

Hình 8A – 8C minh họa một ví dụ về mã khối thưa;

Hình 9A – 9C minh họa mã khối thưa theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại;

Hình 10 minh họa một phương án của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại;

Hình 11 minh họa một phương án khác của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại;

Hình 12 minh họa một phương án khác của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại;

Hình 13 minh họa một phương án khác của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại;

Hình 14 – 19 minh họa ví dụ về các phương pháp truyền dẫn khả thi theo các phương án của các nguyên tắc hiện tại;

Hình 20A và 20B minh họa các phương án về sơ đồ mã hóa khối thưa;

Hình 21A và 21B minh họa một ví dụ về mã khối dày và sơ đồ điều biến sóng mang liên quan;

Hình 22 minh họa phần mô tả miền thời gian của các dạng sóng phát ứng với các mã khối dày cụ thể;

Hình 23A và 23B minh họa các phương án về sơ đồ mã khối dày;

Hình 24 minh họa một phương án khác của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại; và

Hình 25 minh họa một phương án khác của một phương pháp theo các nguyên tắc hiện tại.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

HÌNH 1A là sơ đồ minh họa hệ thống truyền thông 100 ví dụ, trong đó một hoặc nhiều phương án được đề xuất có thể được triển khai. Hệ thống truyền thông 100 có thể là hệ thống đa truy cập cung cấp nội dung, chẳng hạn như thư thoại, dữ liệu, video, tin nhắn, phát sóng, v.v. cho nhiều người dùng thiết bị không dây. Hệ thống truyền thông 100 có thể cho phép nhiều người dùng thiết bị không dây truy cập các nội dung đó thông qua việc chia sẻ các tài nguyên hệ thống, bao gồm băng thông không dây. Ví dụ, hệ thống truyền thông 100 có thể sử dụng một hoặc nhiều phương pháp truy cập kênh, như đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA), đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA), FDMA trực giao (OFDMA), FDMA đơn sóng mang (SC-FDMA), OFDM trải phổ DFT từ duy nhất đuôi không (ZT UW DTS-s OFDM), OFDM từ duy nhất (UW-OFDM), OFDM được lọc bằng khối tài nguyên, đa sóng mang giàn lọc (FBMC), và các phương pháp tương tự khác.

Như được thể hiện trên HÌNH 1A, hệ thống truyền thông 100 có thể bao gồm các thiết bị thu/phát không dây (WTRU) 102a, 102b, 102c, 102d, mạng truy cập vô tuyến (RAN) 104, mạng lõi (CN) 106, mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (PSTN) 108, Internet 110, và các mạng khác 112, mặc dù vậy cần phải hiểu rằng các phương án được đề xuất sẽ bao gồm WTRU, trạm gốc, mạng, và/hoặc các phần tử mạng có số lượng bất kỳ. Mỗi WTRU 102a, 102b, 102c, 102d có thể là bất kỳ loại thiết bị nào được tạo cấu hình để hoạt động và/hoặc truyền thông trong môi trường không dây. Ví dụ, các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d, bất kỳ WTRU trong số các WTRU này có thể được gọi là “trạm” và/hoặc “STA”, có thể được tạo cấu hình để thu và/hoặc phát tín hiệu không dây và có thể bao gồm thiết bị người dùng (UE), trạm di động, thiết bị thuê bao cố định hoặc di động, thiết bị dựa trên thuê bao, máy nhắn tin, điện thoại di động, thiết bị kỹ thuật số hỗ trợ cá nhân (PDA), điện thoại thông minh, máy tính xách tay, máy tính xách tay mini, máy tính cá nhân, bộ cảm biến không dây, điểm phát sóng hoặc thiết bị Mi-Fi, thiết bị Internet vạn vật (IoT), đồng hồ hoặc thiết bị đeo tay khác, màn hình hiển thị đeo ở đầu (HMD), phương tiện giao thông, máy bay không người lái, thiết bị và ứng dụng y tế

(ví dụ, phẫu thuật từ xa), thiết bị và ứng dụng công nghiệp (ví dụ, robot và/hoặc các thiết bị không dây khác vận hành trong công nghiệp và/hoặc trong trường hợp dây chuyền xử lý tự động), thiết bị điện tử tiêu dùng, thiết bị vận hành trên mạng không dây ở trong thương mại và/hoặc công nghiệp, và thiết bị tương tự khác. Bất kỳ WTRU nào trong các WTRU 102a, 102b, 102c và 102d đều có thể được gọi thay thế cho nhau là UE.

Hệ thống truyền thông 100 cũng có thể bao gồm trạm gốc 114a và/hoặc trạm gốc 114b. Mỗi trạm gốc 114a, 114b có thể là bất kỳ loại thiết bị nào được tạo cấu hình để kết nối không dây với ít nhất một trong số các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d để hỗ trợ truy cập vào một hoặc nhiều mạng truyền thông, chẳng hạn như CN 106, Internet 110, và/hoặc các mạng khác 112. Ví dụ, các trạm gốc 114a, 114b có thể là trạm thu phát gốc (BTS), điểm nút Node-B, điểm nút eNode B, điểm nút Node B dùng trong gia đình (Home Node B), điểm nút eNode B dùng trong gia đình (Home eNode B), gNB, NR NodeB, bộ điều khiển vị trí, điểm truy cập (AP), bộ định tuyến không dây, các loại tương tự khác. Trong khi các trạm gốc 114a, 114b được mô tả là một phần tử đơn, tốt hơn là các trạm gốc 114a, 114b có thể bao gồm bất kỳ số lượng các trạm gốc và/hoặc các phần tử mạng nào được kết nối với nhau.

Trạm gốc 114a có thể là một phần của RAN 104, mà có thể bao gồm các trạm gốc và/hoặc các phần tử mạng khác (không được minh họa), chẳng hạn như thiết bị điều khiển trạm gốc (BSC), bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC), các điểm nút chuyển tiếp v.v. Trạm gốc 114a và/hoặc trạm gốc 114b có thể được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu các tín hiệu không dây trên một hoặc nhiều tần số sóng mang mà có thể được gọi là trạm thu phát (không được minh họa). Các tần số này có thể nằm trong phổ tần được cấp phép, phổ tần không được cấp phép, hoặc tổ hợp phổ tần được cấp phép và không được cấp phép. Trạm thu phát có thể cung cấp phạm vi phủ sóng cho thiết bị không dây đến khu vực địa lý cụ thể có thể tương đối cố định hoặc có thể thay đổi theo thời gian. Trạm thu phát có thể được phân chia tiếp thành các khu vực trạm thu phát. Ví dụ, trạm thu phát có liên quan đến trạm gốc 114a có thể được phân chia thành ba khu vực. Do đó, theo một phương án, trạm gốc 114a có thể bao gồm ba bộ thu phát, tức là mỗi bộ cho một khu vực của trạm thu phát. Theo một phương án, trạm gốc 114a có thể sử dụng công nghệ đa đầu vào đa đầu ra (MIMO) và có thể sử dụng nhiều bộ thu phát cho mỗi khu vực trạm thu phát. Ví dụ, có thể sử dụng công nghệ điều hướng chùm tín hiệu để phát và/hoặc thu các tín hiệu theo hướng không gian mong muốn.

Các trạm gốc 114a, 114b có thể truyền thông với một hoặc nhiều WTRU 102a, 102b, 102c, 102d qua giao diện không khí 116 mà có thể là liên kết truyền thông không dây thích hợp bất kỳ (ví dụ, tần số vô tuyến (RF), vi sóng, sóng xentimet, sóng micromet, hồng ngoại (IR), tia cực tím (UV), ánh sáng nhìn thấy được, v.v.). Giao diện không khí 116 có thể được thiết lập bằng cách sử dụng công nghệ truy cập vô tuyến (RAT) phù hợp bất kỳ.

Cụ thể hơn, như đã lưu ý ở trên, hệ thống truyền thông 100 có thể là hệ thống đa truy cập và có thể sử dụng một hoặc nhiều sơ đồ truy cập kênh, như CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA và các hệ thống tương tự khác. Ví dụ, trạm gốc 114a trong RAN 104 và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể triển khai công nghệ vô tuyến như công nghệ truy cập vô tuyến mặt đất toàn cầu (Universal Terrestrial Radio Access, UTRA), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System, UMTS), mà có thể thiết lập giao diện không khí 116 bằng cách sử dụng băng thông rộng CDMA (WCDMA). WCDMA có thể bao gồm các giao thức truyền thông như công nghệ truy cập gói tốc độ cao (High-Speed Packet Access, HSPA) và/hoặc HSPA cải tiến (HSPA+). HSPA có thể bao gồm truy cập gói đường xuống tốc độ cao (High-Speed Downlink (DL) Packet Access, HSDPA) và/hoặc truy cập gói đường lên tốc độ cao (High-Speed Uplink (UL) Packet Access, HSUPA).

Theo một phương án của sáng chế, trạm gốc 114a trong RAN 104 và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể triển khai công nghệ vô tuyến chẳng hạn như công nghệ truy cập vô tuyến mặt đất UMTS tiên hóa (E-UTRA), mà có thể thiết lập giao diện không khí 116 bằng cách sử dụng công nghệ Tiên hóa dài hạn (Long Term Evolution, LTE) và/hoặc LTE nâng cao (LTE-A) và/hoặc Pro LTE nâng cao (LTE-A Pro).

Theo một phương án của sáng chế, trạm gốc 114a trong RAN 104 và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện công nghệ vô tuyến chẳng hạn như công nghệ truy cập vô tuyến NR, mà có thể thiết lập giao diện không khí 116 bằng cách sử dụng công nghệ vô tuyến mới (NR).

Theo một phương án của sáng chế, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể sử dụng nhiều công nghệ truy cập vô tuyến. Ví dụ, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện truy cập vô tuyến LTE và truy cập vô tuyến NR cùng với nhau, ví dụ, bằng cách sử dụng các nguyên lý kết nối kép (DC). Do đó, giao diện không khí được sử dụng bởi các WTRU 102a, 102b, 102c có thể được đặc

trung bởi nhiều loại công nghệ truy cập vô tuyến và/hoặc truyền dẫn được gửi đến/từ nhiều loại trạm gốc (ví dụ, eNB và gNB).

Theo các phương án khác, trạm gốc 114a và các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện các công nghệ vô tuyến chẳng hạn như IEEE 802.11 (tức là Truy cập internet không dây (Wireless Fidelity, WiFi), IEEE 802.16 (tức là, Khả năng tương tác toàn cầu với truy cập vi ba (WiMAX)), CDMA2000, CDMA2000 1X, Chỉ dữ liệu tiến hóa/Dữ liệu tiến hóa được tối ưu (Evolution Data Only/Evolution Data Optimized, EV-DO) CDMA2000, Tiêu chuẩn tạm thời 2000 (Interim Standard 2000, IS-2000), Tiêu chuẩn tạm thời 95 (Interim Standard 95, IS-95), Tiêu chuẩn tạm thời 856 (Interim Standard 856, IS-856), Hệ thống thông tin di động toàn cầu (GSM), Cải tiến tốc độ dữ liệu để phát triển GSM (EDGE), GSM EDGE (GERAN), và các công nghệ tương tự khác.

Trạm gốc 114b trong HÌNH 1A có thể là bộ định tuyến không dây, Home Node B, Home eNode B hoặc điểm truy cập, và có thể sử dụng bất kỳ RAT thích hợp nào để hỗ trợ kết nối không dây trong một khu vực được định vị, chẳng hạn như địa điểm kinh doanh, nhà, phương tiện giao thông, khuôn viên, cơ sở công nghiệp, hành lang hàng không (ví dụ, sử dụng cho máy bay không người lái), lòng đường, và các loại tương tự khác Theo một phương án, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như IEEE 802.11 để thiết lập mạng cục bộ không dây (WLAN). Theo phương án, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể thực hiện công nghệ vô tuyến như IEEE 802.15 để thiết lập mạng cá nhân không dây (WPAN). Tuy nhiên theo một phương án khác nữa, trạm gốc 114b và các WTRU 102c, 102d có thể sử dụng RAT dựa trên nền tảng di động (ví dụ, WCDMA, CDMA2000, GSM, LTE, LTE-A, LTE-A Pro, NR, v.v.) để thiết lập các trạm phát sóng quy mô nhỏ (picocell hoặc femtocell). Như được thể hiện trên HÌNH 1A, trạm gốc 114b có thể kết nối trực tiếp với Internet 110. Do đó, có thể không yêu cầu trạm gốc 114b truy cập Internet 110 thông qua CN 106.

RAN 104 có thể truyền thông với mạng lõi CN 106, mà có thể là bất kỳ loại mạng nào được tạo cấu hình để cung cấp các dịch vụ thoại, dữ liệu, ứng dụng và/hoặc thoại qua giao thức internet (VoIP) đến một hoặc nhiều WTRU 102a, 102b, 102c, 102d. Dữ liệu có thể có yêu cầu chất lượng dịch vụ (QoS) khác nhau, chẳng hạn như yêu cầu thông lượng, yêu cầu độ trễ, yêu cầu dung sai, yêu cầu độ tin cậy, yêu cầu thông lượng dữ liệu, yêu cầu tính di động, và các loại yêu cầu tương tự khác. CN 106 có thể điều khiển cuộc gọi, cung cấp dịch vụ thanh toán, dịch vụ định vị trên thiết bị di động, cuộc

gọi trả trước, kết nối Internet, phân phối tín hiệu video v.v., và/hoặc thực hiện các chức năng bảo mật cấp cao, chẳng hạn như xác thực người dùng. Mặc dù không được minh họa trong HÌNH 1A, tốt hơn là RAN 104 và/hoặc CN 106 có thể truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp với các RAN khác mà sử dụng cùng một RAT như RAN 104 hoặc RAT khác. Ví dụ, ngoài việc kết nối với RAN 104 có thể sử dụng công nghệ vô tuyến NR, CN 106 cũng có thể truyền thông với RAN khác (không được minh họa) bằng cách sử dụng công nghệ vô tuyến GSM, UMTS, CDMA 2000, WiMAX, E-UTRA, hoặc công nghệ vô tuyến WiFi.

CN 106 cũng có thể đóng vai trò như cổng vào cho các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d để truy cập PSTN 108, Internet 110, và/hoặc các mạng khác 112. PSTN 108 có thể bao gồm các mạng điện thoại chuyển mạch mà cung cấp dịch vụ điện thoại cũ (POTS). Internet 110 có thể bao gồm hệ thống toàn cầu gồm các mạng máy tính liên kết và các thiết bị sử dụng các giao thức truyền thông chung, chẳng hạn như giao thức điều khiển truyền dẫn (TCP), giao thức gói dữ liệu người dùng (UDP) và/hoặc giao thức Internet (IP) trong bộ giao thức Internet TCP/IP. Các mạng 112 khác có thể bao gồm mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây do các nhà cung cấp dịch vụ khác sở hữu và/hoặc điều hành. Ví dụ, các mạng 112 khác có thể bao gồm CN khác được kết nối với một hoặc nhiều RAN mà có thể sử dụng cùng RAT như RAN 104 hoặc RAT khác.

Một số hoặc tất cả các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d trong hệ thống truyền thông 100 có thể bao gồm các khả năng đa chế độ (ví dụ, các WTRU 102a, 102b, 102c, 102d có thể bao gồm nhiều bộ thu phát để truyền thông với các mạng không dây khác nhau qua các liên kết không dây khác nhau). Ví dụ: WTRU 102c được thể hiện được thể hiện trên HÌNH 1A có thể được tạo cấu hình để truyền thông với trạm gốc 114a, trạm này có thể sử dụng công nghệ vô tuyến nền tảng tế bào, và truyền thông với trạm gốc 114b, trạm này có thể sử dụng công nghệ vô tuyến IEEE 802.

HÌNH 1B là sơ đồ hệ thống minh họa ví dụ về WTRU 102. Như được thể hiện trên HÌNH 1B, WTRU 102 có thể bao gồm bộ xử lý 118, bộ thu phát 120, phần tử thu/phát 122, loa/micro 124, bàn phím 126, màn hình/màn cảm ứng 128, bộ nhớ gắn liền 130, bộ nhớ rời 132, nguồn điện 134, nhóm mạch tích hợp (chipset) dùng cho các hệ thống định vị chẳng hạn như hệ thống định vị toàn cầu (GPS) 136, và/hoặc các thiết bị ngoại vi khác 138 trong số các thiết bị khác. Tốt hơn là WTRU 102 có thể bao gồm bất kỳ tổ hợp con nào của các phần tử nêu trên trong khi vẫn nhất quán với phương án của sáng chế.

Bộ xử lý 118 có thể là bộ xử lý đa năng, bộ xử lý chuyên dụng, bộ xử lý thông thường, bộ xử lý tín hiệu số (DSP), nhiều bộ vi xử lý, một hoặc nhiều bộ vi xử lý kết hợp với lõi DSP, bộ điều khiển, bộ vi điều khiển, mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), hệ mạch mảng phần tử logic lập trình được dạng trường (FPGA), bất kỳ loại mạch tích hợp (IC) nào khác, máy trạng thái, và các loại tương tự khác. Bộ xử lý 118 có thể thực hiện mã hóa tín hiệu, xử lý dữ liệu, điều khiển nguồn, xử lý đầu vào/đầu ra, và/hoặc bất kỳ chức năng nào khác cho phép WTRU 102 hoạt động trong môi trường không dây. Bộ xử lý 118 có thể được ghép nối với bộ thu phát 120, thiết bị này có thể được ghép nối với phần tử thu/phát 122. Mặc dù HÌNH 1B mô tả bộ xử lý 118 và bộ thu phát 120 là các bộ phận riêng biệt, nhưng tốt hơn là bộ xử lý 118 và bộ thu phát 120 nên có thể được tích hợp với nhau trong một gói hoặc vi mạch điện tử.

Phần tử thu/phát 122 có thể được tạo cấu hình để phát tín hiệu đến hoặc thu tín hiệu từ, một trạm gốc (ví dụ, trạm gốc 114a trong HÌNH 1A) qua giao diện vô tuyến 116. Ví dụ, theo một phương án, phần tử thu/phát 122 có thể là ăng-ten được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tín hiệu RF. Theo phương án, phần tử thu/phát 122 có thể là bộ phát/bộ dò được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu tín hiệu, ví dụ, tín hiệu IR, UV, hoặc tín hiệu ánh sáng nhìn thấy. Theo phương án khác nữa, phần tử thu/phát 122 có thể được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu cả tín hiệu RF và tín hiệu ánh sáng nhìn thấy được. Tốt hơn là phần tử thu/phát 122 có thể được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu bất kỳ tổ hợp tín hiệu không dây nào.

Mặc dù phần tử thu/phát 122 được miêu tả trong HÌNH 1B là một phần tử đơn, nhưng WTRU 102 có thể bao gồm phần tử thu/phát 122 có số lượng bất kỳ. Cụ thể hơn, WTRU 102 có thể sử dụng công nghệ MIMO. Do đó, theo một phương án, WTRU 102 có thể bao gồm hai hoặc nhiều phần tử thu/phát 122 (ví dụ, nhiều ăng-ten) để phát và thu các tín hiệu không dây qua giao diện không khí 116.

Bộ thu phát 120 có thể được tạo cấu hình để điều biến các tín hiệu sẽ được phát bởi phần tử thu/phát 122 và để giải điều biến các tín hiệu thu được bởi phần tử thu/phát 122. Như đã lưu ý ở phần trên, WTRU 102 có thể có khả năng đa chế độ. Do đó, bộ thu phát 120 có thể bao gồm nhiều bộ thu phát để kích hoạt WTRU 102 truyền thông qua nhiều RAT, chẳng hạn như NR và IEEE 802.11.

Bộ xử lý 118 của WTRU 102 có thể được kết nối với và có thể nhận dữ liệu nhập vào của người dùng từ, loa/micro 124, bàn phím 126, và/hoặc màn hình/màn hình cảm ứng 128 (ví dụ, bộ hiển thị màn hình tinh thể lỏng (LCD) hoặc bộ hiển thị điốt

phát quang hữu cơ (OLED)). Bộ xử lý 118 cũng có thể xuất dữ liệu người dùng đến loa/micro 124 và/hoặc màn hình/màn hình cảm ứng 128. Ngoài ra, bộ xử lý 118 có thể truy cập thông tin từ và lưu trữ dữ liệu trong bất kỳ loại bộ nhớ thích hợp nào, chẳng hạn như bộ nhớ gắn liền 130 và/hoặc bộ nhớ rời 132. Bộ nhớ gắn liền 130 có thể bao gồm bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ nhớ chỉ đọc (ROM), đĩa cứng hoặc bất kỳ loại thiết bị lưu trữ bộ nhớ nào khác. Bộ nhớ rời 132 có thể bao gồm thẻ mô đun nhận dạng chủ thuê bao (SIM), thẻ nhớ, thẻ nhớ kỹ thuật số bảo mật (SD), và các loại bộ nhớ tương tự khác. Theo phương án khác, bộ xử lý 118 có thể truy cập thông tin từ, và lưu trữ dữ liệu vào, bộ nhớ không nằm trên WTRU 102 về mặt vật lý, chẳng hạn như trên máy chủ hoặc máy tính tại nhà (không được thể hiện).

Bộ xử lý 118 có thể nhận điện từ nguồn điện 134, và có thể được tạo cấu hình để phân phối và/hoặc điều khiển điện đến các bộ phận khác trong WTRU 102. Nguồn điện 134 có thể là bất kỳ thiết bị phù hợp nào dùng để cấp điện cho WTRU 102. Ví dụ, nguồn điện 134 có thể bao gồm một hoặc nhiều pin khô (ví dụ, niken-cadimi (NiCd), niken-thiếc (NiZn), niken hydrua kim loại (NiMH), ion liti (Li-ion), v.v.), pin mặt trời, pin nhiên liệu, các loại nguồn điện tương tự khác.

Bộ xử lý 118 cũng có thể được ghép nối với nhóm mạch tích hợp GPS 136, mà có thể được tạo cấu hình để cung cấp thông tin vị trí (ví dụ, kinh độ và vĩ độ) về vị trí hiện tại của WTRU 102. Thay vì, hoặc ngoài thông tin từ nhóm mạch tích hợp GPS 136, WTRU 102 có thể thu thông tin vị trí qua giao diện không khí 116 từ trạm gốc (ví dụ, các trạm gốc 114a, 114b) và/hoặc xác định vị trí của nó dựa trên việc xác định thời gian thu các tín hiệu từ hai hoặc nhiều trạm gốc gần đó. Tốt hơn là WTRU 102 có thể thu được thông tin vị trí bằng bất kỳ phương pháp xác định vị trí phù hợp nào trong khi vẫn nhất quán với phương án của sáng chế.

Bộ xử lý 118 có thể còn được ghép nối với các phần tử 138 khác, chúng có thể bao gồm một hoặc nhiều mô-đun phần mềm và/hoặc phần cứng mà cung cấp các tính năng, chức năng bổ sung và/hoặc kết nối có dây hoặc không dây. Ví dụ, các phần tử 138 có thể bao gồm gia tốc kế, la bàn điện tử, bộ thu phát sóng vệ tinh, camera kỹ thuật số (để chụp ảnh và/hoặc quay video), Bus nối tiếp đa năng (USB-universal serial bus), thiết bị rung, bộ thu phát sóng truyền hình, tai nghe có micro, mô-đun Bluetooth®, thiết bị vô tuyến điều biến tần số (FM), máy phát nhạc kỹ thuật số, trình phát đa phương tiện, mô-đun máy chơi trò chơi điện tử, trình duyệt Internet, thiết bị Thực tế ảo và/hoặc Thực

tế tăng cường (VR/AR), thiết bị theo dõi hoạt động và các loại thiết bị tương tự khác. Các phần tử 138 có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến, các cảm biến có thể là một hoặc nhiều con quay hồi chuyển, gia tốc kế, cảm biến hiệu ứng Hall, từ kế, cảm biến phương hướng, cảm biến tiệm cận, cảm biến nhiệt độ, cảm biến thời gian; cảm biến vị trí địa lý; cao độ kế, cảm biến ánh sáng, cảm biến tiếp xúc, từ kế, khí áp kế, cảm biến cử chỉ, cảm biến sinh trắc và/hoặc cảm biến độ ẩm.

WTRU 102 có thể bao gồm vô tuyến song công toàn phần để thu và phát một số hoặc tất cả tín hiệu (ví dụ, kết hợp với các khung con cụ thể cho cả đường lên (ví dụ, để phát) và đường xuống (ví dụ, để thu) có thể là đồng thời và/hoặc cùng lúc. Vô tuyến song công toàn phần có thể bao gồm thiết bị quản lý nhiều để làm giảm hoặc loại bỏ đáng kể hiện tượng tự nhiễu thông qua phản cứng (ví dụ, cuộn cảm kháng) hoặc xử lý tín hiệu thông qua bộ xử lý (ví dụ, bộ xử lý riêng biệt (không được thể hiện) hoặc qua bộ xử lý 118). Theo một phương án, WTRU 102 có thể bao gồm vô tuyến bán song công để thu và phát một số hoặc tất cả tín hiệu (ví dụ, kết hợp với các khung con cụ thể cho cả đường lên (ví dụ, để phát) hoặc đường xuống (ví dụ, để thu)).

HÌNH 1C là sơ đồ hệ thống minh họa RAN 104 và CN 106 theo phương án của sáng chế. Như được lưu ý ở phần trên, RAN 104 có thể sử dụng công nghệ vô tuyến E-UTRA để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. RAN 104 này cũng có thể truyền thông với CN 106.

RAN 104 có thể bao gồm các eNode-B 160a, 160b, 160c, mặc dù tốt hơn là RAN 104 có thể bao gồm số lượng eNode-B bất kỳ mà vẫn phù hợp với phương án của sáng chế. Mỗi eNode-B 160a, 160b, 160c có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. Theo một phương án, các eNode-B 160a, 160b, 160c có thể thực hiện công nghệ MIMO. Theo đó, eNode-B 160a, ví dụ, có thể sử dụng nhiều ăng-ten để truyền tín hiệu không dây đến, và/hoặc thu tín hiệu không dây từ WTRU 102a.

Mỗi eNode-Bs 160a, 160b, 160c có thể được liên kết với trạm thu phát cụ thể (không được minh họa) và có thể được tạo cấu hình để xử lý các quyết định quản lý tài nguyên vô tuyến, quyết định chuyển giao, lên lịch của người dùng trong UL và/hoặc DL, v.v. Như được thể hiện trên HÌNH 1C, eNode-B 160a, 160b, 160c có thể giao tiếp với nhau qua giao diện X2.

CN 106 được thể hiện trên HÌNH 1C có thể bao gồm thực thể quản lý di động

(MME) 162, cổng phục vụ (SGW) 164, và công mạng dữ liệu theo gói (PDN) (hoặc PGW) 166. Mặc dù mỗi phần tử nói trên được mô tả là một phần của CN 106, nhưng tốt hơn là bất kỳ phần tử nào trong những phần tử này cũng có thể do thực thể khác ngoài nhà cung cấp dịch vụ CN sở hữu và/hoặc điều hành.

MME 162 có thể được kết nối với mỗi eNode B 162a, 162b, 162c trong RAN 104 qua giao diện S1 và có thể đóng vai trò là nút điều khiển. Ví dụ, MME 162 có thể chịu trách nhiệm xác thực người dùng các WTRU 102a, 102b, 102c, kích hoạt/vô hiệu hóa kênh truyền, chọn cổng phục vụ cụ thể trong quá trình gán các WTRU 102a, 102b, 102c ban đầu, và tương tự. MME 162 có thể cung cấp chức năng mặt phẳng điều khiển để chuyển đổi giữa RAN 104 và các RAN khác (không được thể hiện) sử dụng các công nghệ vô tuyến khác, như GSM và/hoặc WCDMA.

SGW 164 có thể được kết nối với mỗi eNode B 160a, 160b, 160c trong RAN 104 qua giao diện S1. Nhìn chung, SGW 164 có thể định tuyến và chuyển các gói dữ liệu người dùng đến/từ các WTRU 102a, 102b, 102c. SGW 164 có thể thực hiện các chức năng khác, chẳng hạn như neo mặt phẳng người dùng trong khi chuyển giao liên eNode B, kích hoạt tìm gọi khi có sẵn dữ liệu DL cho các WTRU 102a, 102b, 102c, quản lý và lưu trữ các thuộc tính của WTRU 102a, 102b, 102c, v.v.

SGW 164 có thể được kết nối với PGW 166, mà có thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào các mạng chuyển mạch theo gói, như Internet 110, để hỗ trợ truyền thông giữa các WTRU 102a, 102b, 102c và các thiết bị được IP kích hoạt.

CN 106 có thể hỗ trợ truyền thông với các mạng khác. Ví dụ, CN 106 có thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào các mạng chuyển mạch, chẳng hạn như PSTN 108, để tạo điều kiện cho quá trình truyền thông giữa các WTRU 102a, 102b, 102c và các thiết bị truyền thông mặt đất truyền thông. Ví dụ, CN 106 có thể bao gồm hoặc có thể truyền thông với cổng IP (ví dụ: máy chủ phân hệ đa phương tiện IP (IMS)) mà đóng vai trò làm giao diện giữa CN 106 và PSTN 108. Ngoài ra, CN 106 có thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào các mạng 112 khác mà có thể bao gồm mạng có dây và/hoặc không dây khác do các nhà cung cấp dịch vụ khác sở hữu và/hoặc điều hành.

Mặc dù WTRU được mô tả trong các HÌNH 1A đến HÌNH 1D là thiết bị đầu cuối không dây, nhưng theo một số phương án đại diện nhất định cũng bao gồm việc thiết bị đầu cuối này có thể sử dụng (ví dụ, tạm thời hoặc cố định) các giao diện truyền

thông có dây với mạng truyền thông.

Theo phương án đại diện, mạng khác 112 có thể là WLAN.

WLAN trong chế độ Bộ dịch vụ cơ bản (BSS) trong cơ sở hạ tầng có thể có Điểm truy cập (AP) cho BSS và một hoặc nhiều trạm (STA) liên kết với AP. AP có thể có quyền truy cập hoặc giao diện đến hệ thống phân phối (DS) hoặc kiểu mạng có dây/không dây khác đưa lưu lượng vào và/hoặc ra khỏi BSS. Lưu lượng đến các STA bắt nguồn từ bên ngoài BSS có thể đến qua AP và có thể được chuyển đến các STA. Lưu lượng bắt nguồn từ các STA đến các điểm đích bên ngoài BSS có thể được gửi đến AP sẽ được chuyển đến các điểm đích tương ứng. Lưu lượng giữa các STA trong BSS có thể được gửi qua AP, ví dụ, trong đó STA nguồn có thể gửi lưu lượng đến AP và AP có thể chuyển lưu lượng đến STA đích. Lưu lượng giữa các STA trong BSS có thể được xem là và/hoặc có thể được gọi là lưu lượng ngang hàng. Lưu lượng ngang hàng có thể được gửi giữa (ví dụ, trực tiếp giữa) STA nguồn và đích với thiết lập liên kết trực tiếp (DLS). Theo một số phương án đại diện, DLS có thể sử dụng DLS 802.11e hoặc DLS được tạo kết nối ảo 802.11z (TDLS). WLAN sử dụng chế độ BSS độc lập (IBSS) có thể không có AP, và các STA (ví dụ, tất cả STA) thuộc hoặc sử dụng IBSS có thể truyền thông trực tiếp với nhau. Chế độ truyền thông IBSS đôi khi có thể gọi là chế độ truyền thông “ad-hoc” (phi thể thức).

Sử dụng chế độ vận hành cơ sở hạ tầng 802.11ac hoặc chế độ vận hành tương tự, AP có thể phát báo hiệu trên kênh cố định, chẳng hạn như kênh chính. Kênh chính có thể có độ rộng cố định (ví dụ, băng thông rộng 20 MHz) hoặc độ rộng được cài đặt động thông qua việc phát tín hiệu. Kênh chính có thể là kênh vận hành của BSS và có thể được sử dụng bởi các STA để thiết lập kết nối với AP. Theo một số phương án đại diện, có thể thực hiện công nghệ Đa truy cập nhận biết sóng mang tránh xung đột (CSMA/CA), ví dụ trong các hệ thống 802.11. Đối với CSMA/CA, các STA (ví dụ, mỗi STA), bao gồm AP, có thể nhận biết kênh chính. Nếu kênh chính được STA cụ thể nhận biết/phát hiện và/hoặc xác định là đang bận, thì STA cụ thể có thể chờ. Một STA (ví dụ, chỉ một trạm) có thể phát tại bất kỳ thời điểm quy định nào trong BSS nhất định nào trong BSS đã cho.

Các STA thông lượng cao (HT) có thể sử dụng kênh rộng 40 MHz để truyền thông, ví dụ, thông qua sự kết hợp giữa kênh 20 MHz chính với kênh 20 MHz liền kề hoặc không liền kề để tạo thành kênh rộng 40 MHz.

Các STA thông lượng cực cao (VHT) có thể hỗ trợ các kênh băng rộng 20 MHz,

40 MHz, 80 MHz và/hoặc 160 MHz. Các kênh 40 MHz và/hoặc 80 MHz có thể được tạo thành bằng cách kết hợp các kênh 20 MHz liên kề. Kênh 160 MHz có thể được tạo thành bằng cách kết hợp 8 kênh 20 MHz liên kề hoặc bằng cách kết hợp hai kênh 80 MHz không liên kề, mà có thể được gọi là cấu hình 80+80. Đối với cấu hình 80+80, dữ liệu, sau khi mã hóa kênh, có thể được truyền qua bộ phân tích cú pháp phân đoạn mà có thể chia dữ liệu thành hai luồng. Xử lý Biến đổi Fourier nhanh ngược (IFFT) và xử lý miền thời gian có thể được thực hiện trên mỗi luồng riêng biệt. Các luồng có thể được ánh xạ lên hai kênh 80 MHz, và dữ liệu có thể được phát bởi STA phát. Tại bộ thu của STA thu, hoạt động được mô tả trên cho cấu hình 80+80 có thể đảo ngược và dữ liệu kết hợp có thể được gửi đến bộ Điều khiển truy cập môi trường (MAC).

Các chế độ vận hành dưới 1 GHz được hỗ trợ bởi 802.11af và 802.11ah. Các băng thông vận hành kênh và các sóng mang bị giảm trong 802.11af và 802.11ah tương đối so với các băng thông vận hành kênh và các sóng mang được sử dụng trong 802.11n và 802.11ac. 802.11af hỗ trợ các băng thông 5 MHz, 10 MHz và 20 MHz trong phổ khoảng trắng TV (TVWS), và 802.11ah hỗ trợ các băng thông 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, và 16 MHz sử dụng phổ không phải TVWS. Theo phương án đại diện, 802.11ah có thể hỗ trợ điều khiển kiểu đồng hồ đo/truyền thông kiểu máy (MTC), như các thiết bị MTC trong phạm vi phủ sóng lớn. Các thiết bị MTC có thể có một số khả năng, ví dụ, các khả năng bị giới hạn bao gồm hỗ trợ cho (ví dụ, chỉ hỗ trợ cho) các băng thông nhất định và/hoặc bị giới hạn. Các thiết bị MTC có thể bao gồm pin có tuổi thọ pin cao hơn ngưỡng (ví dụ, để duy trì tuổi thọ pin cực lâu).

Các hệ thống WLAN, có thể hỗ trợ nhiều kênh và băng thông kênh, như 802.11n, 802.11ac, 802.11af, và 802.11ah, bao gồm kênh có thể được chỉ định làm kênh chính. Kênh chính có thể có băng thông bằng với băng thông vận hành phổ biến lớn nhất được hỗ trợ bởi tất cả STA trong BSS. Băng thông của kênh chính có thể được thiết lập và/hoặc giới hạn bởi STA, trong số tất cả STA đang vận hành trong BSS, mà hỗ trợ chế độ vận hành băng thông nhỏ nhất. Trong ví dụ về 802.11ah, kênh chính có thể rộng 1 MHz cho các STA (ví dụ, thiết bị kiểu MTC) hỗ trợ (ví dụ, chỉ hỗ trợ) chế độ 1 MHz, ngay cả khi AP và các STA khác trong BSS hỗ trợ 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, 16 MHz, và/hoặc các chế độ vận hành băng thông kênh khác. Các cài đặt cảm biến sóng mang và/hoặc vectơ phân bổ mạng (NAV) có thể phụ thuộc vào tình trạng kênh chính. Nếu kênh chính bận, ví dụ, do STA (chỉ hỗ trợ chế độ vận hành 1 MHz), phát đến AP, thì toàn bộ các băng tần khả dụng đều có thể được

xem là bận ngay cả khi phần lớn các băng tần đang rỗi và có thể khả dụng.

Ở Hoa Kỳ, các băng tần khả dụng có thể được sử dụng bởi 802.11ah nằm trong khoảng từ 902 MHz đến 928 MHz. Ở Hàn Quốc, băng tần khả dụng nằm trong khoảng từ 917,5 MHz đến 923,5 MHz. Ở Nhật Bản, băng tần khả dụng nằm trong khoảng từ 916,5 MHz đến 927,5 MHz. Tổng băng thông khả dụng cho 802.11ah nằm trong khoảng từ 6 MHz đến 26 MHz tùy theo mã quốc gia.

HÌNH 1D là sơ đồ hệ thống minh họa RAN 113 và CN 115 theo phương án của sáng chế. Như được lưu ý ở trên, RAN 113 có thể sử dụng công nghệ vô tuyến NR để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. RAN 113 này cũng có thể truyền thông với CN 115.

RAN 113 có thể bao gồm các gNB 180a, 180b, 180c, mặc dù tốt hơn là RAN 113 có thể bao gồm gNB với số lượng bất kỳ trong khi vẫn phù hợp với phương án của sáng chế. Mỗi gNB 180a, 180b, 180c có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ thu phát để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c qua giao diện không khí 116. Theo một phương án, các gNB 180a, 180b, 180c có thể thực hiện công nghệ MIMO. Ngoài ra, trong ví dụ, các gNB 180a, 180c có thể sử dụng công nghệ điều hướng chùm sóng để phát các tín hiệu đến và/hoặc thu các tín hiệu từ các WTRU 102a, 102b, 102c. Vì vậy, ví dụ như gNB 180a có thể sử dụng nhiều ăng-ten để phát tín hiệu không dây đến và/hoặc thu tín hiệu không dây từ WTRU 102a. Theo một phương án, các gNB 180a, 180b, 180c có thể thực hiện công nghệ cộng gộp sóng mang. Ví dụ, gNB 180a có thể phát nhiều sóng mang thành phần (không được thể hiện) đến WTRU 102a. Tập hợp con của các sóng mang thành phần này có thể nằm trong phổ tần chưa được cấp phép trong khi các sóng mang thành phần còn lại có thể ở phổ tần được cấp phép. Theo một phương án, các gNB 180a, 180b, 180c có thể thực hiện công nghệ phối hợp đa điểm (CoMP). Ví dụ, WTRU 102a có thể thu các truyền dẫn phối hợp từ gNB 180a và gNB 180b (và/hoặc gNB 180c).

Các WTRU 102a, 102b, 102c có thể truyền thông với các gNB 180a, 180b, 180c bằng cách sử dụng các truyền dẫn được kết hợp với thuật số có thể thay đổi quy mô. Ví dụ, khoảng cách ký hiệu OFDM và/hoặc khoảng cách sóng mang phụ OFDM có thể thay đổi đối với các truyền dẫn khác nhau, các trạm thu phát khác nhau, và/hoặc các vị trí khác nhau của phổ tần truyền dẫn không dây. Các WTRU 102a, 102b, 102c có thể truyền thông với gNB 180a, 180b, 180c bằng cách sử dụng khung con hoặc các khoảng thời gian truyền dẫn (TTI) có độ dài khác nhau hoặc có thể thay đổi quy mô (ví dụ, chứa

số lượng ký hiệu OFDM khác nhau và/hoặc kéo dài độ dài thời gian tuyệt đối khác nhau).

Các gNB 180a, 180b, 180c có thể được tạo cấu hình để truyền thông với các WTRU 102a, 102b, 102c trong cấu hình độc lập và/hoặc cấu hình không độc lập. Trong cấu hình độc lập, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể truyền thông với gNB 180a, 180b, 180c mà không cần truy cập các RAN khác (chẳng hạn eNode-B 160a, 160b, 160c trong HÌNH 1C). Trong cấu hình độc lập, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể sử dụng một hoặc nhiều gNB 180a, 180b, 180c làm điểm neo di động. Trong cấu hình độc lập, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể truyền thông với các gNB 180a, 180b, 180c bằng cách sử dụng các tín hiệu trong băng tần không được cấp phép. Trong cấu hình không độc lập, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể truyền thông với/kết nối với gNB 180a, 180b, 180c đồng thời vẫn truyền thông với/kết nối với RAN khác chẳng hạn như eNode-B 160a, 160b, 160c. Ví dụ, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể thực hiện các nguyên lý DC để truyền thông gần như đồng thời với một hoặc nhiều gNB 180a, 180b, 180c và một hoặc nhiều eNode-B 160a, 160b, 160c. Trong cấu hình không độc lập, các eNode-B 160a, 160b, 160c có thể đóng vai trò như phần tử neo di động cho WTRU 102a, 102b, 102c và gNB 180a, 180b, 180c có thể cung cấp phạm vi phủ sóng bổ sung và/hoặc thông lượng để phục vụ WTRU 102a, 102b, 102c.

Mỗi gNB 180a, 180b, 180c có thể kết hợp với trạm thu phát cụ thể (không được thể hiện) và có thể được tạo cấu hình để xử lý các quyết định quản lý tài nguyên vô tuyến, quyết định chuyển giao, lên lịch người dùng trong UL và/hoặc DL, hỗ trợ phân chia mạng, kết nối kép, kết nối liên mạng giữa NR và E-UTRA, định tuyến dữ liệu mặt phẳng người dùng hướng về chức năng mặt phẳng người dùng (UPF) 184a, 184b, định tuyến thông tin mặt phẳng điều khiển hướng về chức năng quản lý truy cập và di động (AMF) 182a, 182b v.v. Như được thể hiện trên HÌNH 1D, gNB 180a, 180b, 180c có thể truyền thông với nhau qua giao diện Xn.

CN 115 được thể hiện trên HÌNH 1D có thể bao gồm ít nhất một AMF 182a, 182b, ít nhất một UPF 184a, 184b, ít nhất một Chức năng quản lý phiên (SMF) 183a, 183b và có thể là Mạng dữ liệu (DN) 185a, 185b. Mặc dù mỗi phần tử nói trên được mô tả là một phần của CN 115, tốt hơn là bất kỳ phần tử nào trong những phần tử này cũng có thể do thực thể khác ngoài nhà điều hành CN sở hữu và/hoặc điều hành.

AMF 182a, 182b có thể được kết nối với một hoặc nhiều gNB 180a, 180b, 180c

trong RAN 104 qua giao diện N2 và có thể đóng vai trò là nút điều khiển. Ví dụ, AMF 182a, 182b có thể chịu trách nhiệm xác thực người dùng WTRU 102a, 102b, 102c, hỗ trợ phân chia mạng (ví dụ, xử lý các phiên đơn vị dữ liệu giao thức (PDU) khác nhau với yêu cầu khác nhau), chọn SMF cụ thể 183a, 183b, quản lý vùng đăng ký, kết thúc phát tín hiệu NAS, quản lý di động, và tương tự. Sự phân chia mạng có thể được sử dụng bởi AMF 182a, 182b để tùy chỉnh hỗ trợ CN cho WTRU 102a, 102b, 102c dựa trên các loại dịch vụ được sử dụng bởi WTRU 102a, 102b, 102c. Ví dụ, các ngăn mạng khác nhau có thể được thiết lập cho các trường hợp sử dụng khác nhau chẳng hạn như các dịch vụ dựa vào truy cập có độ trễ thấp có độ ổn định siêu cao (URLLC), các dịch vụ dựa trên truy cập băng thông rộng di động nâng cao (eMBB), dịch vụ truy cập MTC và/hoặc tương tự. AMF 162 có thể cung cấp chức năng mặt phẳng điều khiển để chuyển đổi giữa RAN 113 và các RAN khác (không được thể hiện) mà sử dụng các công nghệ vô tuyến khác, chẳng hạn như LTE, LTE-A, LTE-A Pro, và/hoặc công nghệ truy cập không phải 3GPP chẳng hạn như WiFi.

SMF 183a, 183b có thể được kết nối với AMF 182a, 182b trong CN 115 qua giao diện N11. SMF 183a, 183b cũng có thể được kết nối với UPF 184a, 184b trong CN 115 qua giao diện N4. SMF 183a, 183b có thể chọn và điều khiển UPF 184a, 184b và tạo cấu hình định tuyến lưu lượng qua UPF 184a, 184b. SMF 183a, 183b có thể thực hiện các chức năng khác chẳng hạn như quản lý và phân bổ địa chỉ IP UE, quản lý phiên PDU, kiểm soát việc thực thi chính sách và QoS, cung cấp các thông báo dữ liệu đường xuống, và các chức năng tương tự. Loại phiên PDU có thể được dựa trên IP, không được dựa trên IP, dựa trên Ethernet, và tương tự.

UPF 184a, 184b có thể được kết nối với một hoặc nhiều gNB 180a, 180b, 180c trong RAN 113 qua giao diện N3, mà có thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào mạng chuyển mạch theo gói, chẳng hạn như Internet 110, để hỗ trợ truyền thông giữa các WTRU 102a, 102b, 102c và các thiết bị được IP kích hoạt. UPF 184a, 184b có thể thực hiện các chức năng khác, chẳng hạn như định tuyến và chuyển các gói, thực thi chính sách mặt phẳng người dùng, hỗ trợ các phiên PDU kết nối nhiều mạng, xử lý QoS mặt phẳng người dùng, đệm các gói đường xuống, cung cấp sự neo di động và các chức năng tương tự.

CN 115 có thể hỗ trợ truyền thông với các mạng khác. Ví dụ, CN 115 có thể bao gồm hoặc có thể truyền thông với công IP (ví dụ, máy chủ phân hệ đa phương tiện IP (IMS)) mà đóng vai trò làm giao diện giữa CN 115 và PSTN 108. Ngoài ra, CN 115 có

thể cung cấp cho các WTRU 102a, 102b, 102c quyền truy cập vào các mạng 112 khác mà có thể bao gồm mạng có dây và/hoặc không dây khác do các nhà cung cấp dịch vụ khác sở hữu và/hoặc điều hành. Theo một phương án, các WTRU 102a, 102b, 102c có thể được kết nối với mạng dữ liệu (DN) cục bộ 185a, 185b thông qua UPF 184a, 184b qua giao diện N3 đến UPF 184a, 184b và giao diện N6 giữa UPF 184a, 184b và DN 185a, 185b.

Theo các HÌNH 1A đến HÌNH 1D và phần mô tả tương ứng của các HÌNH 1A đến HÌNH 1D, một hoặc nhiều hoặc tất cả các chức năng được mô tả trong bản mô tả này liên quan đến một hoặc nhiều: WTRU 102a-d, trạm gốc 114a-b, eNode-B 160a-c, MME 162, SGW 164, PGW 166, gNB 180a-c, AMF 182a-b, UPF 184a-b, SMF 183a-b, DN 185a-b và/hoặc bất kỳ (các) thiết bị nào khác được mô tả ở trong bản mô tả này, có thể được thực hiện bởi một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng (không được minh họa). Thiết bị mô phỏng có thể là một hoặc nhiều thiết bị được tạo cấu hình để mô phỏng một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng được mô tả ở trong bản mô tả này. Ví dụ, các thiết bị mô phỏng có thể được sử dụng để thử nghiệm các thiết bị khác và/hoặc để mô phỏng chức năng của mạng và/hoặc WTRU.

Các thiết bị mô phỏng có thể được thiết kế để thực hiện một hoặc nhiều thử nghiệm về các thiết bị khác trong môi trường phòng thí nghiệm và/hoặc trong môi trường mạng của nhà điều hành. Ví dụ, một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng trong khi đang được thực hiện và/hoặc triển khai toàn bộ hoặc một phần như một phần mạng truyền thông không dây và/hoặc có dây để thử nghiệm các thiết bị khác trong mạng truyền thông. Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, hoặc tất cả chức năng khi được thực hiện/triển khai tạm thời như một phần của mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây. Thiết bị mô phỏng có thể được ghép nối trực tiếp vào thiết bị khác để nhằm mục đích thử nghiệm và/hoặc có thể thực hiện thử nghiệm bằng cách sử dụng truyền thông không dây qua không khí.

Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể thực hiện một hoặc nhiều, bao gồm tất cả chức năng trong khi đang được thực hiện/triển khai như một phần mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây. Ví dụ, có thể sử dụng thiết bị mô phỏng trong kịch bản thử nghiệm trong phòng thí nghiệm và/hoặc mạng truyền thông có dây và/hoặc không dây không được triển khai (ví dụ, thử nghiệm) để thực hiện thử nghiệm một hoặc nhiều thành phần. Một hoặc nhiều thiết bị mô phỏng có thể là trang thiết bị thử nghiệm. Các thiết bị mô phỏng có thể sử dụng việc ghép nối RF trực tiếp và/hoặc truyền thông không dây qua

hệ mạch RF (ví dụ, có thể bao gồm một hoặc nhiều ăng-ten) để phát và/hoặc thu dữ liệu.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Một thách thức quan trọng đối với truyền thông di động trong tương lai là nhu cầu hỗ trợ hàng nghìn tỷ thiết bị di động phổ biến được kết nối. Trong khi tốc độ dữ liệu di động tăng lên một cách khủng khiếp trong 3 thập kỷ qua (gần 6 bậc về độ lớn), mật độ năng lượng của pin chỉ cải thiện chưa tới mười lần từ năm 1990 đến năm 2015. Điều này đặt ra một thách thức to lớn trong việc mở rộng quy mô lên một nghìn tỷ thiết bị. Ví dụ, giả sử một nghìn tỷ thiết bị được sử dụng, tuổi thọ pin của mỗi thiết bị là 10 năm, dẫn đến cần trung bình 274 triệu lượt thay pin mỗi ngày. Hơn nữa, trong một vài trường hợp, việc thay pin sẽ rất khó khăn, nếu không nói là không thể thực hiện. Do đó, việc mở rộng quy mô lên một nghìn tỷ thiết bị có thể được đáp ứng tốt bằng cách định hình lại bộ thu phát vô tuyến, giao diện không khí và hệ thống tổng thể.

Một số cải tiến quan trọng có thể hỗ trợ quá trình mở rộng quy mô này gồm các bộ phát RF công suất cực thấp có khả năng hỗ trợ ít nhất việc cân bằng đường truyền tương tự trạm thu phát cỡ nhỏ, giao diện vô tuyến cho đường lên không sử dụng năng lượng từ pin của thiết bị nhằm kích hoạt các pin “vĩnh cửu” trong thời gian ngắn và vận hành thiết bị không cần pin trong thời gian dài cùng với một khung hệ thống có thể mở rộng có khả năng hỗ trợ một loạt các trường hợp thực hiện và loại thiết bị.

Khung truyền thông ghép nối tán xạ ngược dựa trên điều biến sóng mang gián tiếp, ví dụ, dành cho việc sử dụng các hệ thống RFID trường xa, có thể hữu ích khi tích hợp nhiều thiết bị kết nối di động vào mạng truyền thông di động (ví dụ: mạng 3GPP và IEEE trong tương lai). Vì vậy, các bộ phát đáp công suất cực thấp dành cho các thiết bị đầu cuối có khả năng mở rộng phạm vi truyền thông từ vài chục mét đến vài trăm mét có thể sẽ rất hữu ích. Các bộ phát đáp này có thể hỗ trợ nhiều chế độ vận hành và có thể thích nghi linh hoạt trong nhiều môi trường vận hành khác nhau. Các thiết bị này có thể hưởng lợi từ các phương pháp điều biến được mã hóa phức tạp hơn (so với các phương pháp điều biến được chỉ định hiện tại, chẳng hạn, cho các hệ thống RFID) trong khi hạn chế mức năng lượng tiêu thụ và chi phí. Ngoài ra, các thiết bị này cũng sẽ hưởng lợi từ việc được mạng cung cấp năng lượng vô tuyến.

Đơn giản là bộ phát đáp sử dụng điều biến sóng mang gián tiếp có thể gồm một ăng-ten, một bộ điều biến sóng mang gián tiếp (ICM) kèm phụ tải ăng-ten có thể lập trình và một bộ điều biến phụ tải, một mô-đun bộ nhớ để lưu trữ phần dữ liệu, bộ thu năng

lượng và pin, có thể có chỉ báo mức. Dữ liệu được phát trên UL bằng cách phản xạ sóng tới dựa theo phân dữ liệu này. Phụ tải ăng-ten trong ICM có thể được tạo cấu hình cho các trạng thái trở kháng khác nhau và bộ điều biến phụ tải ăng-ten có thể tạo cấu hình động phụ tải ăng-ten để phù hợp với kiểu điều biến và phân dữ liệu được xác định.

Phụ tải ăng-ten xác định năng lượng phát và năng lượng thu được. Nếu công suất của tín hiệu RF tới là  $P_{IN}$  và phụ tải ăng-ten được tạo cấu hình cho hệ số phản xạ công suất  $\Gamma$  và công suất thu được là  $(1-\Gamma)P_{IN}$ , trong đó  $\lambda < 1$  là hiệu suất chuyển đổi công suất của bộ thu năng lượng. Năng lượng phát hoặc phản xạ là  $\Gamma P_{IN}$ .

Các hệ thống truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp được sử dụng hiện nay (ví dụ: NFC ghép nối tự cảm và RFID ghép nối tán xạ ngược) chịu ảnh hưởng từ sự cân bằng cố định giữa thông lượng của UL, độ tin cậy và hiệu suất thu năng lượng của DL. Mỗi cấp thiết bị cụ thể được tối ưu hóa theo hiệu suất thu năng lượng của DL (tức lớp thiết bị thụ động không cần pin) hoặc thông lượng của UL và độ tin cậy (tức lớp thiết bị bán thụ động có pin tích hợp). Các sản phẩm hiện tại được thiết kế để chỉ hỗ trợ một cấp hoạt động và tất cả các cấp đều hỗ trợ tốc độ dữ liệu tương đối thấp.

Truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tự cảm

Có sự cân bằng vốn có giữa phạm vi truyền thông và thông lượng trong các hệ thống truyền điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tự cảm (ví dụ: NFC). Việc tăng thông lượng của UL bằng cách giảm thời gian ký tự dữ liệu sẽ thu hẹp phạm vi truyền thông.

Hệ số chất lượng ghép nối cao hơn giữa bộ đọc và bộ phát đáp dẫn đến giảm đường truyền băng thông. Trong khi điều này sẽ giới hạn thời gian tối thiểu hợp lý của ký tự dữ liệu trên UL và thông lượng tối đa của UL dẫn đến hiệu suất truyền công suất của DL tăng. Việc giảm hệ số chất lượng ghép nối để tăng băng thông đường truyền và do đó rút ngắn thời gian phát ký tự để hỗ trợ đầy thông lượng của UL cao hơn sẽ làm giảm hiệu suất truyền công suất trên DL. Bộ đọc và bộ phát đáp phải đặt gần nhau hơn để hỗ trợ hoạt động của thiết bị thụ động hoặc thậm chí bán thụ động.

Có thể giảm sự cân bằng giữa phạm vi truyền thông và thông lượng trên UL bằng cách sử dụng điều biến bậc cao hơn (ví dụ: QPSK, 16-QAM). Tuy nhiên, việc kích hoạt điều biến bậc cao hơn bằng các phương pháp thông thường trong các hệ thống truyền dẫn sử dụng điều biến sóng mang gián tiếp chịu ảnh hưởng từ sự cân bằng giữa thông lượng và độ phức tạp của bộ phát đáp.

Các phương pháp được đề xuất hiện nay ánh xạ các điểm tín hiệu từ nhóm UL lên các trạng thái phản xạ riêng lẻ trong bộ điều biến phụ tải ăng-ten. Điều này có nghĩa là, chẳng hạn, cần 16 trạng thái phản xạ khác nhau để hỗ trợ 16-QAM. Vì số lượng trạng thái phản xạ tương ứng với bậc điều biến, độ phức tạp của bộ điều biến phụ tải ăng-ten có thể phi thực tế, đặc biệt đối với các bộ phát đáp thụ động và bán thụ động hỗ trợ điều biến bậc cao (ví dụ: 64-QAM). Phải chú ý đến độ phức tạp của bộ phát đáp thụ động và bán thụ động vì độ phức tạp ảnh hưởng trực tiếp đến chi phí vận hành của bộ phát đáp.

Truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tán xạ ngược

Trong các hệ thống điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tán xạ ngược, có sự cân bằng cố hữu giữa công suất phản xạ trên UL và công suất thu được trên DL. Hiệu năng của UL được ghép nối với DL thông qua chức năng thu năng lượng trong các hệ thống tán xạ ngược (ví dụ: RFID) trao đổi dữ liệu trên UL trong khi đồng thời cấp nguồn cho DL.

Việc lựa chọn nhóm UL (số lượng và khoảng cách giữa các điểm tín hiệu của nhóm) ảnh hưởng đến hiệu năng UL (ví dụ: thông lượng, BER) và hiệu suất thu công suất của DL. Việc cải thiện tỷ số tín hiệu trên nhiễu của UL và sau đó là BER bằng cách tạo khoảng cách rộng hơn giữa các điểm tín hiệu của nhóm làm giảm hiệu suất thu công suất của DL. Việc tăng thông lượng UL và hiệu suất phổ bằng cách sử dụng điều biến bậc cao hơn cho hiệu năng BER chỉ định tối thiểu cũng làm giảm hiệu suất thu công suất của DL.

Nhiều trường hợp sử dụng công suất cực thấp gần đây, chẳng hạn, cho 5G NR, dự kiến áp dụng kênh truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tán xạ ngược trong thiết bị đầu cuối. Các thiết bị này sẽ phải hỗ trợ nhiều chế độ vận hành để tăng tốc độ dữ liệu và độ tin cậy của đường truyền hoặc tuổi thọ pin cao hơn, nếu cần. Các thiết bị đầu cuối này có thể hưởng lợi từ các phương pháp điều biến và các quy trình thích nghi với chòm điểm mã hóa cải tiến cho các hệ thống truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp ghép nối tự cảm và tán xạ ngược.

Thích nghi với chòm điểm

Trong các hệ thống truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp (ICM), hiệu năng của UL được ghép nối với DL thông qua chức năng thu năng lượng. Ví dụ, bộ phát đáp tán xạ ngược (chẳng hạn: RFID) phát dữ liệu trên UL, thu năng lượng đồng thời trên DL bằng cách sử dụng cùng sóng mang RF. Hình 2A và 2B lần lượt minh họa các sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bậc 1 và các chòm gồm 2 điểm liên quan thường gặp. Chòm điểm trong Hình 2A sử dụng Khóa bật-tắt (OOK) với trạng thái không phản

xạ (hấp thụ hoàn toàn), S0, của ICM như một điểm trong chòm điểm và trạng thái không hấp thụ (phản xạ hoàn toàn), S1, trong khi chòm điểm trong Hình 2B sử dụng Khóa dịch pha nhị phân (BPSK) với hai trạng thái không hấp thụ (phản xạ 100%), S1 và S2. Hiệu suất thu năng lượng trên DL của phương pháp trong Hình 2B là 0% nhưng hiệu suất phát năng lượng trên mỗi ký hiệu trong UL cao hơn so với phương pháp trong Hình 2A. Mặt khác, phương pháp trong Hình 2A mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL tốt hơn nhưng phát năng lượng thấp hơn trên mỗi ký hiệu trong UL.

Hình 3A và 3B lần lượt minh họa hai ví dụ về sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bậc 2 và các chòm 4 điểm liên kết. Chòm điểm trong Hình 3A sử dụng Khóa dịch pha cầu phương (QPSK) với 4 trạng thái, từ S1 đến S4, trong khi chòm điểm trong Hình 3B sử dụng Điều biến biên độ cầu phương (4-QAM) 4 điểm với trạng thái không phản xạ (hấp thụ hoàn toàn), S0, của ICM làm một điểm trong chòm. Nếu khoảng cách vector  $r$  của vòng tròn suy hao phản hồi qua các điểm của chòm không đổi, thì sơ đồ trong Hình 3A có thể phát năng lượng cao hơn trên mỗi bit và đảm bảo khoảng cách tối thiểu giữa các điểm tín hiệu của chòm điểm tương đối rộng hơn, trong khi sơ đồ trong Hình 3B có thể mang lại hiệu suất thu năng lượng DL tốt hơn, nhưng với khoảng cách tối thiểu giữa các điểm của chòm sẽ tương đối hẹp hơn.

Theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại, WTRU có thể sử dụng phương pháp thích nghi, trong đó có thể chọn được kiểu sắp xếp các điểm của chòm điểm đối với bậc điều biến cho sẵn.

Trong phương pháp này, WTRU có thể thích nghi với chòm tín hiệu đối với một bậc điều biến cụ thể trên đường lên. Bằng cách sử dụng trạng thái không phản xạ của ICM làm một điểm tín hiệu trong chòm tín hiệu trên UL (tức ngắt truyền dẫn), UE (thiết bị người dùng) có thể thỏa mãn các yêu cầu thu công suất của DL. UE có thể tăng cường độ tin cậy của UL bằng cách tăng bán kính của các vòng tròn suy hao phản hồi chứa các trạng thái phản xạ ICM đại diện cho các điểm tín hiệu trong chòm điểm tín hiệu của UL. WTRU cũng có thể thích nghi với chòm tín hiệu dựa trên các yêu cầu kết hợp về thu năng lượng, yêu cầu về độ tin cậy của phụ tải mang theo đối với các kênh truyền dẫn của UL và chọn kiểu sắp xếp chòm tín hiệu trong đường lên dựa trên, chẳng hạn, ít nhất một chỉ báo trong các chỉ báo mức pin hiện tại, hiệu suất thu công suất của đường xuống và độ tin cậy của phần dữ liệu ở đường lên.

Sự cân bằng giữa thu năng lượng và độ tin cậy của UL có thể đạt được bằng

cách xác định kiểu sắp xếp các điểm tín hiệu trong chòm đối với một bậc điều biến tương ứng (tức một số điểm tín hiệu cụ thể trong chòm). Thiết bị có thể tự động thích nghi với chòm điểm được kích hoạt bởi, chẳng hạn, một yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng như sẽ được mô tả.

Hình 14 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1400 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1402 và WTRU 1404 truyền thông với nhau.

Ở bước S1401, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW – Sóng liên tục) không điều biến đến WTRU đã phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, ví dụ, bao gồm danh sách các kiểu sắp xếp chòm được hỗ trợ đối với mỗi bậc điều biến được hỗ trợ.

Ở bước S1403, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Cấu hình WTRU với bậc điều biến ưu tiên cho ít nhất một phần của danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ.

Ở bước S1405, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU mà sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm với mức ưu tiên cao nhất cho bậc điều biến liên quan khi đang phản xạ dữ liệu.

Ở bước S1407, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại thứ nhất.

Ở bước S1409, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm với mức ưu tiên cao nhất tiếp theo (tức thứ hai) cho bậc điều biến liên quan khi đang phản xạ dữ liệu trong quá trình tái truyền dẫn.

Ở bước S1411, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại thứ hai.

Ở bước S1413, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm với mức ưu tiên cao nhất tiếp theo (tức thứ ba) cho bậc điều biến liên quan khi đang phản xạ dữ liệu trong quá trình truyền dẫn lại.

Theo một phương án, thiết bị có thể sử dụng kiểu và bậc điều biến được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước cùng với kiểu sắp xếp được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước của các điểm tín hiệu trong chòm điểm để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ cho mỗi bậc điều biến được hỗ trợ. Ví dụ, thiết bị có thể sử dụng chòm điểm tiêu chuẩn để điều biến OOK như được thể hiện trên Hình 2A để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ cho mỗi bậc điều biến được hỗ trợ. Một ví dụ khác

là danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được thiết bị hỗ trợ đối với, chẳng hạn, một điều biến bậc hai bao gồm chòm điểm tiêu chuẩn cho QPSK được minh họa trong Hình 3A và chòm điểm thứ hai sử dụng trạng thái không phản xạ (S0) được minh họa trong Hình 3B.

Theo một phương án khác, cấu hình thiết bị nhận bao gồm bậc hoặc thứ tự ưu tiên đối với danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được báo cáo cho mỗi bậc điều biến được báo cáo. Ví dụ, một dạng chòm điểm mặc định (chẳng hạn có mức ưu tiên cao nhất) cho thiết bị thụ động không cần pin có thể là chòm điểm mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL được hỗ trợ cao nhất; một ví dụ về dạng chòm điểm mặc định đối với điều biến bậc hai là chòm điểm sử dụng trạng thái không phản xạ (S0) như được thể hiện trên Hình 3B. Chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động không cần pin có thể là một chòm điểm cho năng lượng phát UL cao nhất trên bit đối với bậc điều biến cho sẵn; một ví dụ về một dạng chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất đối với điều biến bậc hai làm chòm điểm tiêu chuẩn đối với QPSK như được minh họa trong Hình 3A.

Theo một phương án, thiết bị phát dữ liệu sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm có mức ưu tiên cao nhất để mang lại hiệu suất thu năng lượng DL được hỗ trợ cao nhất.

Theo một phương án, thiết bị nhận được yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước cho số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc định cấu hình trước.

Theo một phương án, khi nhận được yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng, thiết bị sẽ chuyển sang dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trên danh sách ưu tiên để truyền dẫn lại dữ liệu.

Theo một phương án, thiết bị tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng dạng chòm điểm và kiểu điều biến được chọn, miễn là không nhận thêm bất kỳ yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu nào từ mạng. Nếu không, thiết bị chọn dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trong danh sách ưu tiên để truyền phát lại dữ liệu. Thiết bị có thể lặp lại quá trình này cho đến khi hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc được cấu hình trước, khi đó thiết bị có thể thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu.

Các quy trình được mạng hỗ trợ mà trong đó WTRU có toàn quyền kiểm soát kiểu sắp xếp chòm điểm đối với một bậc điều biến cho trước mà WTRU sử dụng sẽ được mô tả trong các phương án sau. Trong trường hợp này, giả định mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn mà WTRU sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Hình 15 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1500 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1502 và WTRU 1504 truyền thông với nhau.

Ở bước S1501, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW – Sóng liên tục) không điều biến đến WTRU đã phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, ví dụ, bao gồm danh sách các kiểu sắp xếp chòm được hỗ trợ đối với mỗi bậc điều biến được hỗ trợ.

Ở bước S1503, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Ánh xạ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) gồm ánh xạ giữa các giá trị CQI và các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ trong danh sách được báo cáo.

Ở bước S1505, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Cấu hình hỗ trợ đo lường CQI gồm ID duy nhất và các sự kiện truyền dẫn ID duy nhất (ví dụ: cấu hình thời gian và tần số). ID duy nhất được thiết bị sử dụng để truyền dẫn và cho phép mạng nhận diện thiết bị phát cũng như đo lường chất lượng kênh liên kết với thiết bị phát.

Ở bước S1507, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU đã phản xạ một kênh truyền dẫn ID duy nhất tới mạng.

Ở bước S1509, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một Báo cáo đo lường CQI.

Ở bước S1511, WTRU chọn kiểu sắp xếp chòm điểm dựa trên giá trị CQI mà mạng báo cáo và Ánh xạ CQI đã tạo cấu hình.

Ở bước S1513, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU mà sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm được chọn để phản xạ dữ liệu tới mạng.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu và bậc điều biến được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước cùng với kiểu sắp xếp được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước của các điểm tín hiệu trong chòm để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ cho mỗi bậc điều biến được hỗ trợ. Ví dụ, WTRU có thể sử dụng chòm điểm tiêu chuẩn để điều biến OOK như được thể hiện trên Hình 2A để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ đối với mỗi kiểu điều biến được hỗ trợ. Một ví dụ khác là danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được WTRU hỗ trợ đối với, chẳng hạn, một điều biến bậc hai bao gồm chòm điểm tiêu chuẩn cho QPSK được minh họa trong Hình 3A và chòm điểm thứ hai sử dụng trạng thái không phản xạ (S0) được minh họa trong Hình 3B.

Theo một phương án, WTRU nhận ánh xạ giữa các giá trị Chỉ báo chất lượng

kênh (CQI) và danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được báo cáo đối với mỗi bậc điều biến được báo cáo.

Theo một phương án, WTRU nhận cấu hình hỗ trợ đo lường CQI, chẳng hạn, một ID duy nhất, chu kỳ của các sự kiện truyền dẫn ID duy nhất.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu/bậc điều biến được báo hiệu và cấu hình chòm điểm/ký tự để phát định kỳ ID duy nhất đã tạo cấu hình và hỗ trợ mạng đo lường CQI.

Theo một phương án, WTRU nhận báo cáo đo lường CQI bao gồm giá trị CQI được đo lường hiện tại theo định kỳ ( $Q_i$ ) từ mạng hoặc phụ thuộc vào  $Q_i$  thỏa mãn hệ thức  $\left| Q_i - f\left(\{Q_j\}_{j \in \{i-N, i-N+1, \dots, i-1\}}\right) \right| > \delta$  trong đó  $f()$  là một hàm của các phép đo N cuối cùng.

Theo một phương án, WTRU chọn kiểu sắp xếp chòm điểm từ danh sách được tạo cấu hình trước dựa trên giá trị CQI được mạng báo cáo và ánh xạ được cấu hình trước.

Theo một phương án, WTRU tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm mới và bậc điều biến được chọn.

Một quy trình độc lập hoàn toàn trong đó WTRU thích nghi với chòm điểm dựa trên đánh giá một chỉ báo hiệu năng sẽ được mô tả trong các phương án sau.

Hình 16 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1600 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1602 và WTRU 1604 truyền thông với nhau và giả định rằng mạng có khả năng phát hiện mù cấu hình truyền dẫn mà WTRU đã sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S1601, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW – Sóng liên tục) không điều biến đến WTRU đã phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, ví dụ, bao gồm danh sách các kiểu sắp xếp chòm được hỗ trợ đối với mỗi bậc điều biến được hỗ trợ.

Ở bước S1603, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm một thông báo Cấu hình hỗ trợ đo lường cường độ tín hiệu truy vấn nhận được (RISS) bao gồm các sự kiện truyền dẫn CW để cho phép đo lường RISS.

Ở bước S1605, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU phản xạ dữ liệu tới mạng.

Ở bước S1607, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn không điều biến như được thông báo trong thông báo Cấu hình hỗ trợ đo lường RISS.

Ở bước S1609, WTRU đo lường hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta$ .

Ở bước S1611, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại.

Ở bước S1613, WTRU chọn một kiểu sắp xếp chòm điểm mới dựa trên các chỉ báo hiệu năng, chẳng hạn  $\{\eta_{RISS} - P_{ICM}\}(N/R) > \delta$  và  $E_{TX} > \Delta$ , trong đó  $P_{ICM}$  là công suất tiêu thụ của ICM khi được tạo cấu hình cho chòm điểm mới,  $N$  là kích thước gói dữ liệu trên UL,  $R$  là tốc độ dữ liệu trên UL,  $E_{TX}$  là tỷ số giữa năng lượng UL phát trên mỗi ký hiệu và  $\delta, \Delta$  là các mục tiêu tối ưu hoá mà có thể được tạo cấu hình trước tại UE hoặc được mạng báo hiệu như một trong các tiêu chí kích hoạt.

Ở bước S1615, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu điều biến được tạo cấu hình trước hoặc chỉ định trước để phản xạ lên mạng một Thông báo thích nghi truyền dẫn.

Ở bước S1617, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm được chọn mới để phản xạ dữ liệu tới mạng.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu và bậc điều biến được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước cùng với kiểu sắp xếp được chỉ định trước hoặc tạo cấu hình trước của các điểm tín hiệu trong chòm để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ cho mỗi bậc điều biến được hỗ trợ. Ví dụ, WTRU sử dụng chòm điểm tiêu chuẩn để điều biến OOK như được minh họa trong Hình 2A để báo cáo danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được hỗ trợ cho từng điều biến được hỗ trợ. Một ví dụ khác là danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm được thiết bị hỗ trợ đối với, chẳng hạn, một điều biến bậc hai bao gồm chòm điểm tiêu chuẩn cho QPSK như được thể hiện trên Hình 3A và chòm điểm thứ hai sử dụng trạng thái không phản xạ ( $S_0$ ) được minh họa trong Hình 3B.

Trong một phương án, WTRU nhận cấu hình các sự kiện để đo cường độ tín hiệu dò tiếp nhận được (RISS).

Theo một phương án, WTRU nhận các kênh truyền dẫn CW từ mạng, đo RISS qua một hoặc nhiều sự kiện đo lường và xác định hiệu suất thu năng lượng của DL ( $\eta$ ) kết hợp với cấu hình truyền dẫn của UL hiện tại.

Theo một phương án, WTRU nhận một yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng hoặc một thông báo từ PMU.

Theo một phương án, WTRU chọn một kiểu sắp xếp chòm điểm mới từ danh sách các kiểu sắp xếp chòm điểm trên UL được xác định trước sao cho các chỉ báo hiệu năng  $(E_H - E_{TX}) = \{\eta_{RISS} - P_{ICM}\}(N/R) > \delta$  và  $E_{TX} > \Delta$ , trong đó  $P_{ICM}$  là công

suất tiêu thụ của ICM khi được tạo cấu hình cho chòm điểm mới,  $N$  là kích thước gói dữ liệu trên UL,  $R$  là tốc độ dữ liệu trên UL,  $E_{TX}$  là tỷ số giữa năng lượng phát trên mỗi ký hiệu của UL và  $\delta$ ,  $\Delta$  là các mục tiêu tối ưu hoá mà có thể được tạo cấu hình trước tại WTRU hoặc được mạng báo hiệu như một trong các tiêu chí kích hoạt.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu và bậc điều biến được chỉ định trước/tạo cấu hình trước cùng với kiểu sắp xếp được chỉ định trước/tạo cấu hình trước của các điểm tín hiệu trong chòm điểm để phát một thông báo thông báo thích nghi kênh truyền dẫn trên UL chỉ rõ cấu hình truyền dẫn được chọn mới sẽ được sử dụng trong các gói dữ liệu UL sau đây. Phương án này có thể bị bỏ qua trong quá trình WTRU thực hiện một tập hợp các bước như được minh họa trong Hình 15 nếu giả định rằng mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn mà WTRU đã sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Theo một phương án, WTRU phát các gói dữ liệu UL bằng cách sử dụng cấu hình truyền dẫn mới bao gồm một kiểu sắp xếp chòm điểm mới.

#### Điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp

Trong các hệ thống truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp, hiệu năng của UL được ghép nối với DL thông qua chức năng thu năng lượng. Ví dụ, bộ phát đáp tán xạ ngược (chẳng hạn: RFID) phát dữ liệu trên UL, thu năng lượng đồng thời trên DL bằng cách sử dụng cùng sóng mang RF. Hình 4A và 4B minh họa các trạng thái chuyển đổi ICM và dạng sóng phát kết hợp với sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp bằng khóa bật-tắt (OOK) được mã hóa Manchester thường gặp. Sơ đồ minh họa này được sử dụng để phát một bit trên mỗi ký hiệu. Sơ đồ sử dụng hệ số chu kỳ xung 50% và chia thời gian tồn tại của ký hiệu thành hai phần bằng nhau. Khi phát '0', ICM luôn ở trong trạng thái phản xạ  $S_1$  ở nửa đầu của thời gian tồn tại của ký hiệu và chuyển sang trạng thái không phản xạ  $S_0$  ở nửa sau của thời gian tồn tại của ký hiệu. Các trạng thái chuyển đổi của ICM bị đảo ngược khi phát '1' như được minh họa ở phía bên phải của hình.

Hiệu suất thu năng lượng của DL được định nghĩa là phần năng lượng RF tới được thu thập và lưu trữ vào pin của bộ phát đáp. Hiệu suất thu năng lượng định mức của DL là  $\eta = E_H/E_0$ , trong đó  $E_0$  là năng lượng tới khả dụng và  $E_H$  là năng lượng thu được. Năng lượng thu được  $E_H$  được xác định bằng

$$E_H = (T/2) P_{IN} \sum_{k=0}^1 (1 - \Gamma_k) \quad (\text{Phương trình 1})$$

$T$  là thời gian phát ký hiệu và  $\Gamma_k$  là các hệ số phản xạ công suất kết hợp với trạng thái ICM được sử dụng để đại diện cho một ký hiệu. Lưu ý rằng đối với ví dụ

được minh họa trong Hình 4A,  $\Gamma = 0$  đại diện trạng thái S0 và  $\Gamma = 1$  đại diện trạng thái S1 và  $E_H = TP_{IN}/2$ .  $E_0$  được tính toán với giả định rằng ICM luôn ở trạng thái S0 ( $\Gamma = 0$ ) trong toàn bộ thời gian T và do đó  $E_0 = TP_{IN}$  và hiệu suất thu năng lượng định mức  $\eta = 50\%$ . Một phương pháp tương tự có thể được sử dụng để xác định năng lượng phát trên mỗi ký hiệu  $E_{TX}$  được xác định bằng

$$E_{TX} = (T/2) P_{IN} \sum_{k=0}^1 \Gamma_k \quad (\text{Phương trình 1})$$

Với ví dụ được minh họa trong Hình 4A,  $\Gamma = 0$  cho trạng thái S0 và  $\Gamma = 1$  cho trạng thái S1 và  $E_{TX} = TP_{IN}/2$ . Bộ thu - bộ giải mã gNB sử dụng một bộ cắt dữ liệu bao gồm một bộ dò ngưỡng sóng mang. Vì khoảng thời gian bit và hệ số chu kỳ xung được chỉ định theo các tiêu chuẩn, bộ thu - bộ giải mã gNB biết nơi lấy mẫu dạng sóng thu được.

Hình 5A và 5B minh họa một ví dụ khác về sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp được mã hóa Manchester bằng cách sử dụng khóa dịch pha nhị phân (BPSK) để phát một bit trên mỗi ký hiệu. Sơ đồ sử dụng hệ số chu kỳ xung 50% và chia thời gian tồn tại của ký hiệu thành hai phần bằng nhau. Khi phát '0', ICM luôn ở trong trạng thái S1 ở nửa đầu của thời gian tồn tại của ký hiệu và chuyển sang trạng thái S2 ở nửa sau của thời gian tồn tại của ký hiệu. Các trạng thái chuyển đổi của ICM bị đảo ngược khi phát '1' như được minh họa trong Hình 5A và 5B. Cần lưu ý rằng đối với ví dụ được minh họa trong Hình 5A,  $\Gamma = 1$  cho cả hai trạng thái S1 và S2. Do vậy, năng lượng thu được  $E_H = 0$ , hiệu suất thu năng lượng định mức  $\eta = 0$  và vì toàn bộ năng lượng RF tới được phản xạ nên  $E_{TX} = TP_{IN}$ . Bộ thu - bộ giải mã gNB sử dụng một bộ tách pha. Vì khoảng thời gian bit và hệ số chu kỳ xung được chỉ định theo các tiêu chuẩn, bộ thu - bộ giải mã gNB biết nơi tìm kiếm các chuyển đổi pha ở dạng sóng thu được.

Sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp được mã hóa như được minh họa trong các Hình 4A và 4B, sử dụng OOK, mang lại hiệu suất thu năng lượng tốt hơn so với sơ đồ được minh họa trong Hình 5A và 5B, sử dụng BPSK, mang lại năng lượng phát cao hơn trên mỗi bit. Điều này thể hiện sự cân bằng cố định giữa hiệu suất thu năng lượng của DL và độ tin cậy của UL. Có thể thấy rằng các sơ đồ điều biến được mã hóa linh hoạt có thể bổ sung bậc tự do để tạo ra sự cân bằng giữa thu năng lượng của DL và độ tin cậy của UL theo yêu cầu của nhiều trường hợp sử dụng khác nhau và các kịch bản thực hiện mong muốn.

Hình 6A và 6B minh họa sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại. Sơ đồ mẫu này được sử dụng để phát một bit trên mỗi ký hiệu.

Nói chung, sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp này có thể tạo thành từ một UE bằng cách điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang RF gián tiếp với hai bậc tự do để truyền dẫn dữ liệu đã mã hoá, trong đó hai bậc tự do có thể là hệ số chu kỳ xung và độ sâu điều biến. UE có thể áp dụng các thay đổi về biên độ và pha của sóng mang để mã hoá các ký hiệu dữ liệu và biên ký hiệu. Các trạng thái ICM có thể được phân thành hai cặp trạng thái phản xạ đối cực  $\{S1, S2\}$  và  $\{S3, S4\}$ , ký hiệu thứ nhất có thể được mã hoá bằng cách sử dụng một hệ số chu kỳ xung và chuyển đổi từ trạng thái S4 sang S1 trong khi ký hiệu thứ hai có thể được mã hoá bằng cách sử dụng một hệ số chu kỳ xung và chuyển đổi từ trạng thái S2 sang S3.

Như đã đề cập, một bậc trong các bậc tự do là hệ số chu kỳ xung  $\xi$  có thể được tạo cấu hình, trong đó  $0 < \xi < 1$ . Điều này có nghĩa là ký hiệu dữ liệu được chia thành hai phần,  $\xi T$  và  $(1-\xi)T$ . ICM duy trì trạng thái S4 ở phần  $\xi T$  đầu của thời gian tồn tại của ký hiệu và chuyển sang trạng thái S1 ở phần  $(1-\xi)T$  còn lại của thời gian tồn tại của ký hiệu khi phát '0'. ICM luôn ở trong trạng thái S2 ở phần  $(1-\xi)T$  đầu của thời gian tồn tại của ký hiệu và chuyển sang trạng thái S3 ở phần  $\xi T$  còn lại của thời gian tồn tại của ký hiệu khi phát '1'. Có thể hiểu rằng tầm quan trọng của các chuyển đổi trạng thái sẽ khác nhau, ví dụ như khi bị đảo ngược.

Trạng thái S1, S2 có thể thực hiện cùng hệ số phản xạ công suất  $\Gamma_{1,2}$  và trạng thái S3, S4 có thể thực hiện cùng hệ số phản xạ công suất  $\Gamma_{3,4}$ . Cần lưu ý rằng giữa các dạng sóng phản xạ kết hợp với trạng thái S1 và S2 cũng như kết hợp với trạng thái S3 và S4 đều tồn tại độ lệch pha là 180 độ. Độ sâu điều biến  $\delta$  được định nghĩa là tỷ số giữa hai hệ số phản xạ công suất  $\Gamma_{1,2}$  và  $\Gamma_{3,4}$ , cụ thể là  $\delta = \Gamma_{1,2} / \Gamma_{3,4}$ .

Hiệu suất thu năng lượng định mức của DL là  $\eta = E_H/E_0$ , trong đó  $E_0 = TP_{IN}$  là năng lượng tới khả dụng và  $E_H$  là năng lượng thu được. Năng lượng thu được  $E_H$  bằng

$$E_H = T P_{IN} \{ \xi(1 - \Gamma_{3,4}) + (1 - \xi)(1 - \Gamma_{1,2}) \} \quad (\text{Phương trình 2})$$

trong đó T là thời gian truyền ký hiệu và  $\Gamma_{1,2}$  và  $\Gamma_{3,4}$  là các hệ số phản xạ công suất kết hợp với trạng thái ICM được sử dụng để đại diện một ký hiệu. Cần lưu ý rằng đối với ví dụ được minh họa trong Hình 6A,  $\Gamma_{3,4} = 1$ . Giả định rằng  $\Gamma_{1,2} = 1/2$  và  $\xi = 0,25$  năng lượng thu được  $E_H = \frac{3}{8} TP_{IN}$ . Do đó, hiệu suất thu năng lượng định mức  $\eta = 37,5\%$ . Một phương pháp tương tự có thể được sử dụng để xác định năng lượng phát trên mỗi ký hiệu  $E_{TX}$  bằng

$$E_{TX} = T P_{IN} \{ \xi \Gamma_{3,4} + (1 - \xi) \Gamma_{1,2} \} \quad (\text{Phương trình 3})$$

Với ví dụ được minh họa trong Hình 6A, giả định rằng  $\Gamma_{1,2} = 1/2$  và  $\xi = 0,25$  năng lượng phát trên một ký hiệu  $E_{TX} = \frac{5}{8}TP_{IN}$ .

Các yêu cầu về độ tin cậy truyền dẫn UL và thu công suất dựa trên hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$  có thể được chọn như bên dưới.

Hiệu suất thu năng lượng của DL có thể tăng lên bằng cách giảm hệ số chu kỳ xung và tăng độ sâu điều biến.

Có thể tăng độ tin cậy UL (tức năng lượng phát trên mỗi bit) bằng cách tăng hệ số chu kỳ xung và giảm độ sâu điều biến.

Hình 7A và 7B minh họa sơ đồ giải mã cho kênh truyền dẫn điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại. Hình 7A minh họa dạng sóng phát, tương tự dạng sóng trong Hình 6B và Hình 7B minh họa dạng sóng đầu ra của bộ thu - bộ giải mã sử dụng một biên độ và một bộ tách sóng pha.

WTRU có thể sử dụng một bộ cất dữ liệu (ví dụ bộ tách sóng biên độ) bao gồm một bộ dò ngưỡng sóng mang và bộ tách sóng pha để phát hiện các biên giữa các ký hiệu dữ liệu cũng như bên trong ký hiệu. Các tùy chọn cài đặt cho phép đối với hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$  có thể được chỉ định theo các tiêu chuẩn để UE biết cách thiết lập ngưỡng của bộ cất dữ liệu và nơi lấy mẫu đầu ra của bộ cất dữ liệu.

Sự cân bằng giữa thu năng lượng và độ tin cậy UL có thể đạt được bằng cách xác định tổ hợp các giá trị thích hợp cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  trong sơ đồ điều biến và gồm cả hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$ . WTRU có thể tự động thích nghi với chòm điểm được kích hoạt bởi, chẳng hạn, một yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng bằng cách sử dụng các phương án bên dưới.

Hình 17 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1700 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1702 và WTRU 1704 truyền thông với nhau.

Ở bước S1701, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, bao gồm danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$  được hỗ trợ.

Ở bước S1703, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Cấu hình WTRU với bậc điều biến ưu tiên cho ít nhất một phần của danh sách các giá trị được hỗ trợ dành cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Ở bước S1705, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến

WTRU sử dụng các tùy chọn cài đặt với mức ưu tiên cao nhất cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  khi phản xạ dữ liệu.

Ở bước S1707, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại thứ nhất.

Ở bước S1709, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng các tùy chọn cài đặt với mức ưu tiên cao nhất tiếp theo (tức thứ hai) cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  khi phản xạ dữ liệu trong quá trình truyền dẫn lại.

Ở bước S1711, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại thứ hai.

Ở bước S1713, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU đã sử dụng các tùy chọn cài đặt với mức ưu tiên cao nhất tiếp theo (tức thứ ba) cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  khi phản xạ dữ liệu trong quá trình truyền dẫn lại.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu điều biến được chỉ định trước/tạo cấu hình trước để báo cáo danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  được hỗ trợ và độ sâu điều biến  $\delta$  để điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp.

Theo một phương án, WTRU nhận bậc hoặc thứ tự ưu tiên cho danh sách được báo cáo về các giá trị được hỗ trợ cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ , trong đó, ví dụ, bộ giá trị mặc định (mức ưu tiên cao nhất) cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  đối với, ví dụ, các thiết bị thụ động là bộ giá trị mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL cao nhất được hỗ trợ; ví dụ, các giá trị mặc định (mức ưu tiên cao nhất) cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  là hệ số chu kỳ xung thấp nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến cao nhất được hỗ trợ để tối ưu hiệu suất thu năng lượng của DL. Bộ giá trị có mức ưu tiên thấp nhất cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  đối với, ví dụ, các thiết bị thụ động là bộ giá trị mang lại năng lượng phát trên UL cao nhất trên mỗi bit; ví dụ, các giá trị với mức ưu tiên thấp nhất cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  là hệ số chu kỳ xung cao nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến thấp nhất được hỗ trợ để tối ưu độ tin cậy của UL (năng lượng phát trên mỗi bit).

Theo một phương án, WTRU bắt đầu truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng các giá trị mặc định (mức ưu tiên cao nhất) cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Theo một phương án, WTRU nhận được yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước trong số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước.

Theo một phương án, WTRU chuyển sang các tùy chọn cài đặt kế tiếp được

tạo cấu hình cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  trên danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu.

Theo một phương án, WTRU tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng các tùy chọn cài đặt mới chọn dành cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ , miễn là không nhận thêm bất kỳ yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu nào từ mạng. Nếu không, thiết bị sẽ chọn các giá trị được tạo cấu hình kế tiếp cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  trên danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu. WTRU tiếp tục quy trình này cho đến khi chạy hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước, sau đó WTRU thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu.

Các quy trình được mạng hỗ trợ mà trong đó WTRU có toàn quyền kiểm soát các giá trị cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  mà WTRU sử dụng sẽ được mô tả trong các phương án sau. Trong trường hợp này, giả định mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn mà WTRU sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Hình 18 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1800 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1802 và WTRU 1804 truyền thông với nhau.

Ở bước S1801, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, bao gồm danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$  được hỗ trợ.

Ở bước S1803, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Ánh xạ chỉ báo chất lượng kênh (CQI) bao gồm một ánh xạ giữa các giá trị CQI và ít nhất một phần danh sách các giá trị được hỗ trợ cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Ở bước S1805, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm Cấu hình hỗ trợ đo lường CQI bao gồm ID duy nhất và các sự kiện truyền dẫn ID duy nhất (ví dụ: cấu hình thời gian và tần số). ID duy nhất được thiết bị sử dụng để truyền dẫn và cho phép mạng nhận diện thiết bị phát cũng như đo lường chất lượng kênh liên kết với thiết bị phát.

Ở bước S1807, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU đã phản xạ một kênh truyền dẫn ID duy nhất tới mạng.

Ở bước S1809, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một Báo cáo đo lường CQI.

Ở bước S1811, WTRU chọn cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  dựa trên giá trị CQI do mạng báo cáo và Ánh xạ CQI đã tạo cấu hình.

Ở bước S1813, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU mà đã sử dụng cặp thông số được chọn  $\{\xi, \delta\}$  để phản xạ dữ liệu đến mạng.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu điều biến được chỉ định trước/tạo cấu hình trước để báo cáo danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  được hỗ trợ và độ sâu điều biến  $\delta$  để điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp.

Theo một phương án, WTRU nhận một ánh xạ giữa các giá trị CQI và danh sách các giá trị đã báo cáo cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Theo một phương án, WTRU nhận cấu hình hỗ trợ đo lường CQI, chẳng hạn, một ID duy nhất, chu kỳ của các sự kiện truyền dẫn ID duy nhất.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu/bậc điều biến được báo hiệu và cấu hình chòm điểm/ký tự để phát định kỳ ID duy nhất đã tạo cấu hình và hỗ trợ mạng đo lường CQI.

Theo một phương án, WTRU nhận báo cáo đo lường CQI bao gồm giá trị CQI được đo lường hiện tại theo định kỳ ( $Q_i$ ) từ mạng hoặc phụ thuộc vào  $Q_i$  thỏa mãn hệ thức  $\left| Q_i - f\left(\{Q_j\}_{j \in \{i-N, i-N+1, \dots, i-1\}}\right) \right| > \delta$  trong đó  $f()$  là một hàm của các phép đo N cuối cùng.

Theo một phương án, WTRU chọn các giá trị cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  từ danh sách được báo cáo trong phương án thứ nhất dựa trên giá trị CQI do mạng báo cáo và ánh xạ đã tạo định cấu hình trước nhận được giữa các giá trị CQI và danh sách các giá trị được báo cáo cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Theo một phương án, WTRU tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng các giá trị mới chọn cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Một quy trình độc lập hoàn toàn trong đó WTRU thích nghi với chòm điểm dựa trên đánh giá một chỉ báo hiệu năng sẽ được mô tả trong các phương án sau.

Hình 19 minh họa một ví dụ về phương pháp truyền dẫn khả thi 1900 theo phương án của các nguyên tắc hiện tại. Trong ví dụ này, mạng 1902 và WTRU 1904 truyền thông với nhau và giả định rằng mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn mà WTRU sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S1901, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU phản xạ tới mạng một báo cáo đánh giá khả năng, bao gồm danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  và độ sâu điều biến  $\delta$  được hỗ trợ.

Ở bước S1903, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn được điều biến bao gồm một thông báo Cấu hình hỗ trợ đo lường cường độ tín hiệu truy vấn nhận được

(RISS) bao gồm các sự kiện truyền dẫn CW để cho phép đo lường RISS.

Ở bước S1905, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU phản xạ dữ liệu tới mạng.

Ở bước S1907, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn không điều biến như được thông báo trong thông báo Cấu hình hỗ trợ đo lường RISS.

Ở bước S1909, WTRU đo lường hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta$ .

Ở bước S1911, mạng gửi đến WTRU một kênh truyền dẫn đã điều biến bao gồm một yêu cầu truyền dẫn lại.

Ở bước S1913, WTRU chọn một kiểu sắp xếp chòm điểm mới dựa trên các chỉ báo hiệu năng, chẳng hạn  $\{\eta_{RISS} - P_{ICM}\}(N/R) > \delta$  và  $E_{TX} > \Delta$ , trong đó  $P_{ICM}$  là công suất tiêu thụ của ICM khi được tạo cấu hình cho chòm điểm mới,  $N$  là kích thước gói dữ liệu trên UL,  $R$  là tốc độ dữ liệu trên UL,  $E_{TX}$  là tỷ số giữa năng lượng UL phát trên mỗi ký hiệu và  $\delta, \Delta$  là các mục tiêu tối ưu hoá có thể được tạo cấu hình trước tại UE hoặc được mạng báo hiệu như một trong các tiêu chí kích hoạt.

Ở bước S1915, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu điều biến được tạo cấu hình trước hoặc chỉ định trước để phản xạ lên mạng một Thông báo thích nghi truyền dẫn.

Ở bước S1917, mạng gửi một kênh truyền dẫn (CW) không điều biến đến WTRU sử dụng kiểu sắp xếp chòm điểm được chọn mới để phản xạ dữ liệu tới mạng.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu điều biến được chỉ định trước/tạo cấu hình trước để báo cáo danh sách các hệ số chu kỳ xung  $\xi$  được hỗ trợ và độ sâu điều biến  $\delta$  để điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp.

Trong một phương án, WTRU nhận cấu hình các sự kiện để đo Cường độ tín hiệu dò tiếp nhận được (RISS).

Theo một phương án, WTRU nhận được các kênh truyền dẫn CW từ mạng, đo RISS qua một hoặc nhiều sự kiện đo lường và xác định hiệu suất thu năng lượng của DL ( $\eta$ ) kết hợp với cấu hình truyền dẫn trong UL hiện tại.

Theo một phương án, WTRU nhận một yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng hoặc một thông báo từ PMU.

Theo một phương án, WTRU chọn các giá trị mới cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$  từ danh sách được báo cáo trong phương án thứ nhất sao cho các chỉ báo hiệu năng ( $E_H - E_{TX} = \{\eta_{RISS} - P_{ICM}\}(N/R) > \delta$  và  $E_{TX} > \Delta$ , trong đó  $P_{ICM}$  là công suất tiêu thụ của

ICM khi được tạo cấu hình cho chòm điểm mới,  $N$  là kích thước gói dữ liệu trên UL,  $R$  là tốc độ dữ liệu trên UL,  $E_{TX}$  là tỷ số giữa năng lượng phát trên mỗi ký hiệu của UL và  $\delta$ ,  $\Delta$  là các mục tiêu tối ưu hoá mà có thể được tạo cấu hình trước tại UE hoặc được mạng báo hiệu như một trong các tiêu chí kích hoạt.

Theo một phương án, WTRU sử dụng kiểu và bậc điều biến được chỉ định trước/tạo cấu hình trước cùng với kiểu sắp xếp được chỉ định trước/tạo cấu hình trước của các điểm tín hiệu trong chòm để phát một thông báo thông báo thích nghi kênh truyền dẫn chỉ rõ cấu hình truyền dẫn mới chọn sẽ được sử dụng trong các gói dữ liệu UL sau đây. Phương án này có thể bị bỏ qua trong quá trình WTRU thực hiện một tập hợp các bước như được minh họa trong Hình 19 nếu giả định rằng mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn mà UE đã sử dụng để truyền dẫn dữ liệu.

Theo một phương án, WTRU phát các gói dữ liệu UL bằng cách sử dụng cấu hình truyền dẫn mới bao gồm bộ giá trị mới cho cặp thông số  $\{\xi, \delta\}$ .

Điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thừa

Trong các hệ thống truyền phát ICM, hiệu năng của UL được ghép nối với DL thông qua chức năng thu năng lượng. Ví dụ, bộ phát đáp tán xạ ngược (chẳng hạn: RFID) phát dữ liệu trên UL, thu năng lượng đồng thời trên DL bằng cách sử dụng cùng sóng mang RF. Việc sử dụng các mã khối thừa cho UL có thể cải thiện hiệu suất thu năng lượng của DL nếu sử dụng tính năng ngắt truyền dẫn để biểu diễn các mục nhập '0' của mã.

Hình 8A – 8C minh họa một ví dụ về mã khối thừa, Hình 8A và sơ đồ điều biến sóng mang liên quan, trong đó  $n$  bit dữ liệu được đóng gói vào từng ký hiệu và mỗi ký hiệu được biểu diễn bằng một chuỗi  $N = 2^n$  bit mã. Trong Hình 8A,  $n = 2$  và  $N = 4$ . Mã đại diện cho từng ký hiệu dữ liệu chỉ chứa một mục nhập khác 0.

Hình 8B minh họa phần mô tả chung của các chuyển đổi trạng thái ICM kết hợp với chuỗi mã. Các mục nhập '0' trong mã được thể hiện bằng cách tạo cấu hình ICM sang trạng thái S0. Phụ tải đi kèm với ăng-ten có thể được tạo cấu hình để phù hợp với trở kháng của ăng-ten (ví dụ 50 Ôm) khi ICM được tạo cấu hình sang trạng thái S0 như được thể hiện trên Hình 8B. Sóng mang RF có thể bị hấp thụ hoàn toàn khi ICM ở trạng thái S0. Do đó, trong quá trình truyền phát các mục nhập '0' trong mã, toàn bộ hoặc phần lớn năng lượng RF tới có thể bị hấp thụ, điều này có thể dẫn đến hiệu suất thu năng lượng trên DL đạt mức tối đa, được gọi là ngắt truyền phát. Các chuyển đổi của ICM từ, chẳng hạn, trạng thái S0 sang S1 khi truyền phát mục nhập '1' trong mã. Trạng thái S1

trong Hình 8B thể hiện một sự kiện ngắn mạch và, do đó, năng lượng RF tới bị phản xạ. Do đó, trong quá trình truyền phát các mục nhập '1' trong mã, toàn bộ năng lượng RF tới có thể bị phản xạ, dẫn đến năng lượng phát ở mức tối đa.

Hình 8C minh họa phân mô tả miền thời gian của các dạng sóng phát tương ứng với từng mã của mã khối thừa  $\{n=2, N=4\}$ . Hiệu suất thu năng lượng của DL được định nghĩa là phần năng lượng RF tới được thu thập và lưu trữ vào pin của bộ phát đáp. Hiệu suất thu năng lượng định mức của DL là  $\eta = E_H/E_0$ , trong đó  $E_0$  là năng lượng tới khả dụng và  $E_H$  là năng lượng thu được. Năng lượng thu được  $E_H$  bằng

$$E_H = T_C P_{IN} \sum_{k=0}^{N-1} (1 - \Gamma_k) \quad (\text{Phương trình 5})$$

trong đó  $T_C$  là khoảng thời gian truyền của từng phần tử nằm trong mã khối thừa và  $\Gamma_k$  là các hệ số phản xạ công suất kết hợp với trạng thái ICM được sử dụng để đại diện cho mỗi mục nhập mã. Cần lưu ý rằng với ví dụ được minh họa trong Hình 8B,  $\Gamma=0$  cho trạng thái S0 và  $\Gamma=1$  cho trạng thái S1 và  $E_H = 3T_C P_{IN}$ .  $E_0$  được tính toán với giả định rằng ICM luôn ở trạng thái S0 ( $\Gamma=0$ ) trong toàn bộ 4 mục nhập mã và do đó  $E_0 = 4T_C P_{IN}$  và hiệu suất thu năng lượng định mức  $\eta = 75\%$ . Một phương pháp tương tự có thể được sử dụng để xác định năng lượng phát trên mỗi ký hiệu ETX bằng

$$E_{TX} = T_C P_{IN} \sum_{k=0}^{N-1} \Gamma_k \quad (\text{Phương trình 6})$$

Đối với ví dụ được minh họa trong Hình 8B,  $\Gamma=0$  đại diện trạng thái S0 và  $\Gamma=1$  cho trạng thái S1 và  $E_{TX} = T_C P_{IN}$ .

Hai phương án thay thế khác của sơ đồ mã hoá khối thừa được minh họa trong Hình 20A và 20B. Hình 20A minh họa một mã thực hiện độ thừa tối đa (tỷ lệ mã hoá = 1/2) mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta = 75\%$  và năng lượng phát của UL trên mỗi ký hiệu  $E_{TX} = T_C P_{IN}$ . Hình 20B minh họa một mã khối thừa với tỷ lệ mã hoá = 2/5, mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta = 60\%$  và năng lượng phát của UL trên mỗi ký hiệu  $E_{TX} = (2/5) T_C P_{IN}$ .

Các sơ đồ mã hóa linh hoạt có thể cần thiết cho kênh truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp cung cấp nhiều bậc tự do để tạo sự cân bằng giữa thu năng lượng DL và độ tin cậy UL theo yêu cầu của các trường hợp sử dụng và kịch bản thực hiện khác nhau. Một mô tả chung về cách có thể đạt được sự cân bằng này bằng các mã khối thừa được phác thảo sau đây.

Một thiết bị có thể làm tăng mức độ thừa hoặc tỷ lệ mã hoá khối thừa để nâng cao hiệu suất thu năng lượng của DL.

Ngược lại, một thiết bị có thể giảm mức độ thừa hoặc tỷ lệ mã hoá khối thừa để nâng cao năng lượng phát trên mỗi ký hiệu của UL và do đó tăng độ tin cậy UL.

Độ tin cậy của một UL sử dụng kênh truyền dẫn ICM dựa trên mã khối thừa có thể được cải thiện bằng cách bổ sung bậc tự do vào sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã hóa khối thừa. Hình 9A – 9C minh họa mã khối thừa theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại. Hình 9A minh họa sơ đồ mã hoá và Hình 9 minh họa các chuyển đổi trạng thái của ICM.

Nói chung, theo phương án này, một UE sử dụng các phép đảo ngược pha trong sóng mang RF để biểu thị các mục nhập khác 0 trong mã khối thừa và phát đảo ngược pha này trong một chuỗi mã hóa dữ liệu bằng cách áp dụng các chuyển đổi giữa một cặp trạng thái phản xạ đối cực  $\{S1, S2\}$  trong ICM. Độ tin cậy của việc truyền phát có thể được cải thiện bằng cách ánh xạ các trạng thái phản xạ đối cực của ICM tới các đầu cuối hở và ngắn của ăng-ten. UE có thể sử dụng một trạng thái trong các trạng thái phản xạ từ cặp đối cực để phát một pha quy chiếu để truyền phát điều biến sóng mang gián tiếp pha nhất quán và có thể sử dụng các chuyển đổi có hướng giữa một cặp trạng thái phản xạ đối cực  $\{S1, S2\}$  để biểu thị sự thay đổi chiều đảo pha.

Các mục nhập '0' trong mã có thể được thể hiện bằng cách tạo cấu hình ICM sang trạng thái S0. ICM có thể chuyển đổi từ trạng thái S0 sang S1 và sau đó sang S2 khi phát mục nhập '1' trong mã. Trong Hình 9B, trạng thái S1 biểu thị một sự kiện ngắn mạch và trạng thái S2 biểu thị một mạch hở. Cả hai trạng thái S1 và S2 có thể phản xạ toàn bộ năng lượng RF tới nhưng việc chuyển đổi từ trạng thái S1 sang S2 dẫn đến sự đảo ngược pha của sóng mang. Hình 9C minh họa phân mô tả miền thời gian của các dạng sóng phát tương ứng với từng mã của mã khối thừa  $\{n=2, N=4\}$ .

Cần lưu ý rằng đối với bậc điều biến thứ nhất, hiệu suất thu năng lượng  $\eta$  và năng lượng phát trên mỗi ký hiệu  $E_{TX}$  đều giống nhau trong hai phương pháp được mô tả trong các Hình 8A – 8C và các Hình 9A – 9C. Tuy nhiên, sơ đồ truyền phát được mô tả trong các Hình 9A – 9C có thể cải thiện độ tin cậy của UL bằng cách bổ sung một bậc tự do nhờ đưa phép đảo ngược pha vào giữa gói sóng hình sin đại diện cho mục nhập '1' trong mã khối thừa. Sau đó, UE có thể sử dụng một bộ giải mã mà sử dụng cả bộ tách sóng biên độ và bộ tách sóng pha. Công suất tiêu thụ của bộ điều biến phụ tải trong bộ phát đáp của UE dự kiến tăng vì phải thực hiện 3 chuyển đổi trạng thái, thay vì 2, trong phụ tải ăng-ten khi đang phát mục nhập '1' trong mã khối thừa,

điều này có thể làm giảm phần nào tổng hiệu suất năng lượng của UE.

Điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối dày

Trong các hệ thống truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp, hiệu năng của UL được ghép nối với DL thông qua chức năng thu năng lượng. Ví dụ, bộ phát đáp tán xạ ngược (chẳng hạn: RFID) phát dữ liệu trên UL, thu năng lượng đồng thời trên DL bằng cách sử dụng cùng sóng mang RF. Việc sử dụng các mã khối dày mà trong đó một trạng thái phản xạ lý tưởng (ví dụ: S1 trong Hình 21B minh họa các chuyển đổi trạng thái ICM) được sử dụng để biểu thị các mục nhập '1' của mã khối dày có thể cải thiện độ tin cậy của UL bằng cách tăng năng lượng phát trên mỗi ký hiệu. Một ví dụ về mã khối dày và sơ đồ điều biến sóng mang liên quan được minh họa trong Hình 21A và 21B, trong đó n bit dữ liệu được đóng gói thành một ký hiệu và từng ký hiệu này được biểu diễn bằng một chuỗi  $N = 2n$  bit mã. Trong Hình 21A,  $n=2$  và  $N=4$ . Mã đại diện cho từng ký hiệu dữ liệu chỉ chứa một mục nhập bằng 0.

Hình 21B minh họa phần mô tả chung của các chuyển đổi trạng thái ICM kết hợp với chuỗi mã. Các mục nhập '0' trong mã được thể hiện bằng cách tạo cấu hình ICM sang trạng thái S0. Phụ tải đi kèm với ăng-ten có thể được tạo cấu hình để phù hợp với trở kháng của ăng-ten (ví dụ 50 Ôm) khi ICM được tạo cấu hình sang trạng thái S0 như được thể hiện trên Hình 21B. Sóng mang RF bị hấp thụ hoàn toàn khi ICM ở trạng thái S0. Do đó, trong quá trình truyền phát các mục nhập '0' trong mã, toàn bộ hoặc phần lớn năng lượng RF tới bị hấp thụ. Các chuyển đổi của ICM từ, chẳng hạn, trạng thái S0 sang S1 khi truyền phát mục nhập '1' trong mã. Trạng thái S1 trong Hình 21B thể hiện một sự kiện ngắn mạch và, do đó, toàn bộ năng lượng RF tới bị phản xạ. Do đó, trong quá trình truyền dẫn các mục nhập '1' trong mã, toàn bộ năng lượng RF tới bị phản xạ, dẫn đến năng lượng phát ở mức tối đa.

Hình 22 minh họa phần mô tả miền thời gian của các dạng sóng phát tương ứng với từng mã của mã khối dày  $\{n=2, N=4\}$ . Hiệu suất thu năng lượng của DL được định nghĩa là phần năng lượng RF tới được thu thập và lưu trữ vào pin của bộ phát đáp. Hiệu suất thu năng lượng định mức của DL là  $\eta = E_H / E_0$  trong đó  $E_0$  là năng lượng tới khả dụng và  $E_H$  là năng lượng thu được. Năng lượng thu được  $E_H$  được xác định bằng

$$E_H = T_C P_{IN} \sum_{k=0}^{N-1} (1 - \Gamma_k) \quad (\text{Phương trình 7})$$

trong đó  $T_C$  là khoảng thời gian truyền phát từng phần tử nằm trong mã khối dày và  $\Gamma_k$  là các hệ số phản xạ công suất kết hợp với trạng thái ICM được sử dụng để

đại diện cho mỗi mục nhập của mã. Đối với ví dụ được minh họa trong Hình 21B,  $\Gamma=0$  đại diện trạng thái  $S_0$  và  $\Gamma=1$  đại diện trạng thái  $S_1$  và  $E_H = T_C P_{IN}$ .  $E_0$  được tính toán với giả định rằng ICM luôn ở trạng thái  $S_0$  ( $\Gamma=0$ ) cho toàn bộ 4 mục nhập của mã và do đó  $E_0 = 4T_C P_{IN}$  và hiệu suất thu năng lượng định mức  $\eta = 25\%$ . Một phương pháp tương tự có thể được sử dụng để xác định năng lượng phát trên mỗi ký hiệu  $E_{TX}$  bằng

$$E_{TX} = T_C P_{IN} \sum_{k=0}^{N-1} \Gamma_k \quad (\text{Phương trình 8})$$

Đối với ví dụ được minh họa trong Hình 21B,  $\Gamma=0$  đại diện trạng thái  $S_0$  và  $\Gamma=1$  đại diện trạng thái  $S_1$  và  $E_{TX} = (3/4)T_C P_{IN}$ .

Hai phương án thay thế khác của sơ đồ mã hoá khối dày được minh họa trong các Hình 23A và 23B. Hình 23A minh họa một mã thực hiện mật độ tối đa (tỷ lệ mã hoá = 1/2) mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta = 25\%$  và năng lượng phát của UL trên mỗi ký hiệu  $E_{TX} = (3/4)T_C P_{IN}$ . Hình 23B minh họa một mã khối dày với tỷ lệ mã hoá = 2/5, mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL  $\eta = 40\%$  và năng lượng phát của UL trên mỗi ký hiệu  $E_{TX} = (3/5) T_C P_{IN}$ .

Các sơ đồ mã hóa linh hoạt có thể cần thiết cho kênh truyền dẫn điều biến sóng mang gián tiếp cung cấp nhiều bậc tự do để tạo sự cân bằng giữa thu năng lượng DL và độ tin cậy UL theo yêu cầu của các trường hợp sử dụng và kịch bản thực hiện khác nhau. Một mô tả chung về cách có thể đạt được sự cân bằng này bằng các mã khối dày được phác thảo sau đây.

Một thiết bị có thể tăng mật độ hoặc tỷ lệ mã hoá khối dày để nâng cao năng lượng phát trên mỗi ký hiệu của UL và do đó tăng độ tin cậy UL. Ngược lại, một thiết bị có thể làm giảm mật độ hoặc tỷ lệ mã hoá khối dày để nâng cao hiệu suất thu năng lượng của DL.

#### Quy trình của UE

Như đã giải thích, một UE có thể đồng thời thu công suất và truyền thông tin trên cùng một sóng mang RF. UE có thể hoạt động để cho phép thu năng lượng (EH) của DL hiệu quả, đồng thời truyền dẫn dữ liệu UL đáng tin cậy trong các hệ thống truyền dẫn ICM. Có thể đạt được sự cân bằng mong muốn về độ tin cậy của EH/UL bằng cách xác định dạng chòm điểm (ví dụ: ICM, ICM pha-biên độ hỗn hợp, ICM mã khối thưa, ICM mã khối dày) cho một bậc điều biến tương ứng (tức số lượng điểm tín hiệu cụ thể trong chòm điểm) và chọn cấu hình chòm điểm/ký hiệu tối ưu hóa hiệu suất DL EH đối với độ tin cậy truyền dẫn của UL đã xác định. Nói một cách khái quát, điều này có thể được kiểm soát bởi mạng hoặc UE.

Theo một phương án của phương pháp 1000 dựa vào các nguyên tắc hiện tại, như được thể hiện trên Hình 10, UE có thể thích nghi với chòm điểm sau khi nhận được yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng.

Ở bước S1002, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng đến mạng.

Ở bước S1004, UE nhận bậc hoặc thứ tự ưu tiên cho danh sách được báo cáo về điều biến và cấu hình chòm điểm (đối với mỗi bậc điều biến), trong đó dạng chòm điểm mặc định (tức có mức ưu tiên cao nhất) là kiểu chòm điểm mang lại hiệu suất thu năng lượng DL cao nhất được hỗ trợ và chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất là chòm điểm mang lại năng lượng phát của UL cao nhất trên mỗi bit đối với bậc điều biến cho sẵn.

Ở bước S1006, UE phát dữ liệu bằng cách sử dụng chòm điểm có mức ưu tiên cao nhất, mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL được hỗ trợ cao nhất.

Ở bước S1008, UE nhận yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước trong số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước.

Ở bước S1010, UE chuyển sang dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trong danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu.

Ở bước S1012, UE tiếp tục truyền phát dữ liệu bằng cách sử dụng chòm điểm và kiểu điều biến được chọn, miễn là không nhận yêu cầu truyền dẫn lại hoặc nhận các ACK, so với bước S1008. Nếu không, bước S1010 sẽ được lặp lại cho đến khi chạy hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước; tại thời điểm đó, UE thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S1004, cấu hình chòm điểm mặc định (tức mức ưu tiên cao nhất) có thể sử dụng trạng thái không phản xạ của ICM như một điểm trong chòm điểm tín hiệu của UL để đo hiệu suất DL EH, có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung được hỗ trợ ở mức thấp nhất và độ sâu điều biến được hỗ trợ ở mức cao nhất để đo hiệu suất DL EH hay sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thừa với số lượng tối đa các trạng thái không phản xạ được hỗ trợ trên mỗi mã.

Chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất ở bước S1004 có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung được hỗ trợ cao nhất và độ sâu điều biến thấp nhất được hỗ trợ hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián

tiếp dựa trên mã khối thừa bao gồm đảo ngược pha trong gói sóng hình sin đại diện cho các mục nhập mã khác 0.

Trong phương pháp được minh họa trong Hình 10, UE quyết định kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm liên quan sẽ được sử dụng dựa trên thông tin hỗ trợ từ mạng dưới dạng danh sách ưu tiên/phân cấp.

Hình 11 minh họa phương pháp 1100 theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại mà trong đó UE có toàn quyền kiểm soát kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm sẽ được sử dụng mà không cần bất kỳ thông tin hỗ trợ nào từ mạng. Giả định rằng mạng có khả năng phát hiện mù dạng cấu hình truyền dẫn nào UE sử dụng để truyền dẫn dữ liệu. Theo phương án này, UE có thể thích nghi với chòm điểm dựa trên các phép đo Chỉ báo chất lượng kênh (CQI) do mạng báo cáo.

Ở bước S1102, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu đang nhận tương ứng cho từng kiểu điều biến được hỗ trợ.

Ở bước S1104, UE nhận ánh xạ giữa các giá trị CQI và (các) kiểu/bậc điều biến cũng như cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng dựa trên các giá trị được báo cáo.

Ở bước S1106, UE nhận cấu hình hỗ trợ đo lường CQI, chẳng hạn, một ID duy nhất, chu kỳ của các sự kiện truyền dẫn ID duy nhất, kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm/ký hiệu.

Ở bước S1108, UE sử dụng kiểu/bậc điều biến được báo hiệu và cấu hình chòm điểm/ký hiệu để phát định kỳ, chẳng hạn, ID duy nhất đã tạo cấu hình và hồ đo lường CQI của mạng.

Ở bước S1110, UE nhận định kỳ giá trị CQI đo được hiện tại ( $Q_i$ ) từ mạng hoặc phụ thuộc vào  $Q_i$  thỏa mãn hệ thức sau  $\left| Q_i - f\left(\{Q_j\}_{j \in \{i-N, i-N+1, \dots, i-1\}}\right) \right| > \delta$  trong đó  $f(\cdot)$  là một hàm của các phép đo  $N$  cuối cùng.

Ở bước S1112, UE chọn dạng chòm điểm từ danh sách được tạo cấu hình trước dựa trên giá trị CQI do mạng báo cáo và ánh xạ được tạo cấu hình trước.

Ở bước S1114, UE tiếp tục truyền phát dữ liệu bằng cách sử dụng kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm được chọn.

Hình 12 minh họa phương pháp 1200 theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại, trong đó UE thích nghi với chòm điểm dựa trên cấu hình dạng chòm điểm

nhận được từ mạng.

Ở bước S1202, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng.

Ở bước S1204, UE nhận bậc hoặc thứ tự ưu tiên cho danh sách được báo cáo về điều biến và cấu hình chòm điểm (đối với mỗi bậc điều biến), trong đó dạng chòm điểm mặc định (có mức ưu tiên cao nhất) có thể là dạng chòm điểm mang lại hiệu suất thu năng lượng DL cao nhất được hỗ trợ và chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất là chòm điểm mang lại năng lượng phát của UL cao nhất trên mỗi bit đối với bậc điều biến cho sẵn.

Ở bước S1206, UE nhận cấu hình sự kiện đo lường CQI để hỗ trợ các phép đo CQI bởi mạng, chẳng hạn ID duy nhất, kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm/ký hiệu.

Ở bước S1208, UE sử dụng kiểu/bậc điều biến được báo hiệu và cấu hình chòm điểm/ký hiệu để phát ID duy nhất đã tạo cấu hình tại sự kiện đo lường được ấn định.

Ở bước S1210, UE nhận một giá trị ưu tiên từ mạng chỉ rõ kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm sẽ được sử dụng ngay từ đầu để truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S1212, UE nhận yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước trong số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước.

Ở bước S1214, UE chuyển sang dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trong danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu.

Ở bước S1216, UE tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng dạng chòm điểm và kiểu điều biến được chọn, chỉ cần không nhận yêu cầu truyền dẫn lại hoặc không nhận được ACK, so với bước S1212. Nếu không, bước S1214 sẽ được lặp lại cho đến khi chạy hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước; tại thời điểm đó, UE thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu. Phương pháp này có thể quay lại bước S1206.

So với bước S1204, cấu hình chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) có thể sử dụng trạng thái không phản xạ của ICM như một điểm trong chòm điểm tín hiệu của UL để đo hiệu suất DL EH, có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung thấp nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến cao nhất được hỗ trợ để đo hiệu suất DL EH hay sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa với số lượng tối đa các trạng thái không phản xạ được hỗ trợ trên mỗi mã.

Chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất, so với bước S1204, có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung cao nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến thấp nhất được hỗ trợ hoặc là sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thừa bao gồm đảo ngược pha trong gói sóng hình sin đại diện cho các mục nhập mã khác 0.

Hình 13 minh họa phương pháp 1300 theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại mà trong đó UE thích nghi theo chòm điểm dựa trên đánh giá một chỉ báo hiệu năng.

Ở bước S1302, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng.

Ở bước S1304, UE nhận cấu hình của thông báo thông báo thích nghi kênh truyền dẫn, ví dụ, chu kỳ truyền dẫn hoặc tiêu chí kích hoạt và các thông số liên quan, kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm.

Ở bước S1306, UE nhận cấu hình các sự kiện để đo cường độ tín hiệu dò tiếp nhận được (RISS), chẳng hạn kiểu sự kiện (sự kiện đo lường độc lập hoặc không độc lập, tức là các tài nguyên được sử dụng cho cả đo lường và truyền dẫn dữ liệu trên UL), chu kỳ của các sự kiện, kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm liên quan đến truyền dẫn trên UL trong các sự kiện không độc lập.

Ở bước S1308, UE đo lường RISS qua một hoặc nhiều sự kiện đo lường và xác định hiệu suất thu năng lượng của DL ( $\eta$ ) kết hợp với cấu hình truyền dẫn hiện tại của UL.

Ở bước S1310, UE tiếp nhận một yêu cầu truyền lại dữ liệu từ mạng hoặc một thông báo từ Thiết bị quản lý công suất (PMU) và chọn một chòm điểm mới từ danh sách các dạng chòm điểm trên UL được xác định trước sao cho các chỉ báo hiệu năng  $(E_H - E_{TX}) = \{\eta_{RISS} - P_{ICM}\}(N/R) > \delta$  và  $E_{TX} > \Delta$ , trong đó  $P_{ICM}$  là công suất tiêu thụ của ICM khi được tạo cấu hình cho chòm điểm mới,  $N$  là kích thước gói dữ liệu trên UL,  $R$  là tốc độ dữ liệu trên UL,  $E_{TX}$  là tỷ số giữa năng lượng phát trên mỗi ký hiệu của UL và  $\delta, \Delta$  là các mục tiêu tối ưu hoá mà có thể được tạo cấu hình trước tại UE hoặc được mạng báo hiệu như một trong các tiêu chí kích hoạt.

Ở bước S1312, UE sử dụng cấu hình truyền dẫn được tạo cấu hình trước/báo hiệu và phát một thông báo thông báo thích nghi kênh truyền dẫn cho biết cấu hình truyền dẫn mới chọn sẽ được sử dụng trong các gói dữ liệu UL sau đây.

Ở bước S1314, UE phát các gói dữ liệu UL bằng cách sử dụng cấu hình truyền

dẫn mới.

Theo một phương án của phương pháp 2400 dựa vào các nguyên tắc hiện tại, như được thể hiện trên Hình 24, UE có thể thực hiện tính năng thích nghi với chòm điểm sau khi nhận được yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu từ mạng.

Ở bước S2402, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng đến mạng.

Ở bước S2404, UE nhận bậc hoặc thứ tự ưu tiên cho danh sách được báo cáo về điều biến và cấu hình chòm điểm (đối với mỗi bậc điều biến), trong đó dạng chòm điểm mặc định (tức có mức ưu tiên cao nhất) là kiểu chòm điểm mang lại hiệu suất thu năng lượng DL cao nhất được hỗ trợ và chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất là chòm điểm mang lại năng lượng phát của UL cao nhất trên mỗi bit đối với bậc điều biến cho sẵn.

Ở bước S2406, UE phát dữ liệu bằng cách sử dụng chòm điểm có mức ưu tiên cao nhất, mang lại hiệu suất thu năng lượng của DL được hỗ trợ cao nhất.

Ở bước S2408, UE nhận yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước trong số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước.

Ở bước S2410, UE chuyển sang dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trong danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu.

Ở bước S2412, UE tiếp tục truyền phát dữ liệu bằng cách sử dụng chòm điểm và kiểu điều biến được chọn, miễn là không nhận yêu cầu truyền dẫn lại hoặc nhận các ACK, so với bước S1008. Nếu không, bước S2410 sẽ được lặp lại cho đến khi chạy hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước; tại thời điểm đó, UE thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể sử dụng trạng thái không phản xạ của ICM như một điểm trong chòm điểm tín hiệu UL để đạt hiệu suất EH trong DL.

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm mặc định (có mức ưu tiên cao nhất) đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung thấp nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến cao nhất được hỗ trợ để đo hiệu suất DL EH.

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) đối với,

chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là một sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa với số lượng trạng thái không phản xạ tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức độ thưa tối đa, tỷ lệ mã hoá cao nhất).

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là một sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối dày với số lượng trạng thái không phản xạ tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức mật độ tối thiểu, tỷ lệ mã hoá thấp nhất).

Chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động ở bước S2404 có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung cao nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến thấp nhất được hỗ trợ.

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là một sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối dày với số lượng trạng thái phản xạ lý tưởng tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức mật độ tối đa, tỷ lệ mã hoá cao nhất).

Ở bước S2404, cấu hình chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là một sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa với số lượng trạng thái phản xạ lý tưởng tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức độ thưa tối thiểu, tỷ lệ mã hoá thấp nhất).

Ở bước S2404, chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là một sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa bao gồm đảo ngược pha trong gói sóng hình sin đại diện cho các mục nhập mã khác 0.

Theo phương pháp được minh họa trong Hình 24, UE quyết định kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm liên quan sẽ được sử dụng dựa trên thông tin hỗ trợ từ mạng dưới dạng danh sách ưu tiên/phân cấp.

Hình 25 minh họa phương pháp 2500 theo một phương án của các nguyên tắc hiện tại, trong đó UE thực hiện tính năng thích nghi với chòm điểm dựa trên cấu hình dạng chòm điểm nhận được từ mạng.

Ở bước S2502, UE sử dụng một kiểu/bậc điều biến được chuẩn hoá bắt buộc cùng với cấu hình chòm điểm/ký hiệu cụ thể để báo cáo (các) lớp được hỗ trợ hoặc danh sách (các) kiểu/bậc điều biến được hỗ trợ và cấu hình chòm điểm/ký hiệu tương ứng.

Ở bước S2504, UE nhận bậc hoặc thứ tự ưu tiên cho danh sách cấu hình điều biến và chòm điểm được báo cáo (cho mỗi bậc điều biến).

Bậc hoặc thứ tự có thể bao gồm một dạng điều biến/chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) phù hợp với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động không cần pin cho hiệu suất thu năng lượng của DL được hỗ trợ cao nhất. Ngoài ra, bậc hoặc thứ tự này có thể bao gồm dạng điều biến/chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) phù hợp với, chẳng hạn, các thiết bị đang hoạt động có pin tích hợp mang lại năng lượng phát cao nhất trên mỗi bit của UL cho một bậc điều biến cho sẵn.

Bậc hoặc thứ tự này có thể bao gồm chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất phù hợp với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động không cần pin cho năng lượng phát cao nhất trên một bit của UL đối với bậc điều biến cho sẵn. Ngoài ra, bậc hoặc thứ tự này có thể bao gồm chòm điểm với mức ưu tiên thấp nhất phù hợp với, chẳng hạn, các thiết bị đang hoạt động có pin tích hợp cho hiệu suất thu năng lượng của DL được hỗ trợ cao nhất.

Ở bước S2506, UE nhận cấu hình sự kiện đo lường CQI để hỗ trợ các phép đo CQI bởi mạng, chẳng hạn ID duy nhất, kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm/ký hiệu.

Ở bước S2508, UE sử dụng kiểu/bậc điều biến được báo hiệu và cấu hình chòm điểm/ký hiệu để phát ID duy nhất đã tạo cấu hình tại sự kiện đo lường được ấn định.

Ở bước S2510, UE nhận một giá trị ưu tiên từ mạng chỉ rõ kiểu/bậc điều biến và cấu hình chòm điểm sẽ được sử dụng ngay từ đầu để truyền dẫn dữ liệu.

Ở bước S2512, UE nhận yêu cầu truyền dẫn lại dữ liệu hoặc không nhận được ACK trong khoảng thời gian xác định trước trong số lần liên tiếp được chỉ định, báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước.

Ở bước S2514, UE chuyển sang dạng chòm điểm và kiểu điều biến được cấu hình tiếp theo trong danh sách ưu tiên để phát lại dữ liệu.

Ở bước S2516, UE tiếp tục truyền dẫn dữ liệu bằng cách sử dụng dạng chòm điểm và kiểu điều biến được chọn, chỉ cần không nhận yêu cầu truyền dẫn lại hoặc không nhận được ACK, so với bước S2512. Nếu không, bước S2514 sẽ được lặp lại cho đến khi chạy hết danh sách ưu tiên hoặc đạt đến tổng số lần truyền dẫn lại được báo hiệu hoặc tạo cấu hình trước; tại thời điểm đó, UE thông báo lỗi kết nối/truyền dẫn dữ liệu. Phương pháp này có thể quay lại bước S2506.

So với bước S2504, cấu hình chòm điểm mặc định (mức ưu tiên cao nhất) đối với, chẳng hạn các thiết bị thụ động, có thể sử dụng trạng thái không phản xạ của ICM như một điểm trong chòm điểm tín hiệu của UL cho hiệu suất DL EH, có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung thấp nhất được

hỗ trợ và độ sâu điều biến cao nhất được hỗ trợ để đo hiệu suất DL EH hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa với số lượng trạng thái không phản xạ tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức độ thưa tối đa, tỷ lệ mã hoá cao nhất) hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối dày với số lượng trạng thái không phản xạ tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức mật độ tối thiểu, tỷ lệ mã hoá thấp nhất).

So với bước S2504, chòm điểm có mức ưu tiên thấp nhất đối với, chẳng hạn, các thiết bị thụ động có thể là sơ đồ điều biến pha-biên độ hỗn hợp của sóng mang gián tiếp với hệ số chu kỳ xung cao nhất được hỗ trợ và độ sâu điều biến thấp nhất được hỗ trợ hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối dày với số lượng trạng thái phản xạ lý tưởng tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức mật độ tối đa, tỷ lệ mã hoá cao nhất) hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa với số lượng trạng thái phản xạ lý tưởng tối đa được hỗ trợ trên mỗi mã (tức độ thưa tối thiểu, tỷ lệ mã hoá thấp nhất) hoặc sơ đồ điều biến sóng mang gián tiếp dựa trên mã khối thưa bao gồm đảo ngược pha trong gói sóng hình sin đại diện cho các mục nhập mã khác không.

Mặc dù các tính năng và phần tử được mô tả ở trên theo các kết hợp cụ thể, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này sẽ hiểu được rằng mỗi tính năng hoặc phần tử có thể được sử dụng một mình hoặc có thể kết hợp bất kỳ với các tính năng và phần tử khác. Ngoài ra, các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này có thể được sử dụng trong chương trình máy tính, phần mềm, hoặc phần sụn được hợp nhất vào môi trường máy tính có thể đọc được để máy tính hoặc bộ xử lý thực hiện. Các ví dụ về môi trường máy tính có thể đọc được bao gồm các tín hiệu điện tử (được phát qua các kết nối không dây hoặc có dây) và môi trường lưu trữ máy tính có thể đọc được. Các ví dụ về môi trường lưu trữ máy tính có thể đọc được, bao gồm, nhưng không giới hạn, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM), bộ ghi, bộ nhớ đệm, các thiết bị bộ nhớ bán dẫn, môi trường từ tính như các đĩa cứng trong và đĩa tháo lắp được, môi trường từ quang, và môi trường quang học như các đĩa CD-ROM, và các đĩa đa năng số (DVD). Bộ xử lý liên kết với phần mềm có thể được sử dụng để triển khai bộ thu phát tần số vô tuyến để sử dụng trong WTRU, EU, thiết bị đầu cuối, trạm gốc, RNC hoặc máy tính chủ bất kỳ.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp thu năng lượng và phát dữ liệu đồng thời bởi thiết bị thu/phát không dây (WTRU), phương pháp này bao gồm:

bước chọn một chòm điểm từ một tập hợp các chòm điểm tương ứng với cấu hình ký hiệu để điều biến sóng mang gián tiếp, ICM, dựa trên ít nhất một chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm, từng chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm lần lượt tương ứng với một chòm điểm trong tập hợp các chòm điểm; và

bước sử dụng chòm điểm và cấu hình ký hiệu được chọn, thu năng lượng và phát dữ liệu đồng thời.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước đánh giá ít nhất một trong số các chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm dựa trên hiệu suất thu năng lượng đường xuống, DL EH và độ tin cậy phát dữ liệu đường lên đối với chòm điểm tương ứng.

3. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm bước đo cường độ tín hiệu thu được và hiệu suất thu năng lượng đường xuống.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm bao gồm ít nhất một đại lượng trong số  $\eta_{\text{RISS}}$ , PICM và ETX và trong đó chòm điểm được lựa chọn theo cách sao cho ít nhất một đại lượng được bao gồm trong chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm thỏa mãn điều kiện tương ứng  $\eta_{\text{RISS}} > \varepsilon$ ,  $\text{PICM} < \theta$  và  $\text{ETX} > \Delta$ , trong đó  $\eta$  là hiệu suất thu năng lượng, RISS là cường độ tín hiệu đã nhận đo được, PICM là công suất tiêu thụ của ICM, ETX là năng lượng được phát theo đường lên trên mỗi ký hiệu và  $\theta$ ,  $\varepsilon$ , và  $\Delta$  là các giá trị mục tiêu.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó chòm điểm được chọn theo cách sao cho  $(\eta_{\text{RISS}} - \text{PICM}) (N/R) > \delta$  và chỉ báo hiệu suất thứ hai  $\text{ETX} > \Delta$ , trong đó N là kích thước gói dữ liệu đường lên, R là tốc độ dữ liệu đường lên và  $\delta$  là giá trị mục tiêu.

6. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước chọn cấu hình ký hiệu.

7. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm bước phát chỉ báo về chòm điểm và cấu hình ký hiệu được chọn.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chòm điểm xác định kiểu sắp xếp các điểm của chòm điểm.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó cấu hình ký hiệu xác định một số bit trên mỗi ký hiệu.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chòm điểm được xác định bằng các trạng thái trở kháng của bộ điều biến sóng mang gián tiếp.

11. Thiết bị thu/phát không dây, WTRU, thiết bị này bao gồm:

ăng-ten được cấu hình để phát dữ liệu;

bộ thu năng lượng được cấu hình để thu năng lượng; và

ít nhất một bộ xử lý phân cứng được tạo cấu hình để chọn một chòm điểm từ một tập hợp các chòm điểm tương ứng với cấu hình ký hiệu để điều biến sóng mang gián tiếp, ICM, dựa trên ít nhất một chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm, từng chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm lần lượt tương ứng với một chòm điểm trong tập hợp các chòm điểm;

trong đó chòm điểm và cấu hình ký hiệu được chọn được sử dụng để thu năng lượng đồng thời bằng cách sử dụng bộ thu năng lượng và phát dữ liệu bằng cách sử dụng ăng-ten.

12. WTRU theo điểm 11, trong đó ít nhất một bộ xử lý phân cứng còn được tạo cấu hình để đánh giá ít nhất một chỉ báo trong các chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm dựa trên hiệu suất thu năng lượng của đường xuống, DL EH và độ tin cậy truyền dữ liệu đối với chòm điểm tương ứng.

13. WTRU theo điểm 12, trong đó ít nhất một bộ xử lý phân cứng còn được tạo cấu hình để đo cường độ tín hiệu thu được và hiệu suất thu năng lượng đường xuống.

14. WTRU theo điểm 12, trong đó chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm bao gồm ít nhất một đại lượng trong số  $\eta_{\text{RISS}}$ ,  $\text{PICM}$  và  $\text{ETX}$  và trong đó ít nhất một bộ xử lý phần cứng được tạo cấu hình để chọn chòm điểm theo cách sao cho ít nhất một đại lượng được bao gồm trong chỉ báo hiệu suất thực hiện của chòm điểm thỏa mãn điều kiện tương ứng  $\eta_{\text{RISS}} > \varepsilon$ ,  $\text{PICM} < \theta$  và  $\text{ETX} > \Delta$ , trong đó  $\eta$  là hiệu suất thu năng lượng,  $\text{RISS}$  là cường độ tín hiệu đã nhận đo được,  $\text{PICM}$  là công suất tiêu thụ của ICM,  $\text{ETX}$  là năng lượng được phát theo đường lên trên mỗi ký hiệu và  $\theta$ ,  $\varepsilon$ , và  $\Delta$  là các giá trị mục tiêu.

15. WTRU theo điểm 14, trong đó ít nhất một bộ xử lý phần cứng được tạo cấu hình để chọn chòm điểm theo cách sao cho  $(\eta_{\text{RISS}} - \text{PICM}) (N/R) > \delta$  và chỉ báo hiệu suất thứ hai  $\text{ETX} > \Delta$ , trong đó  $N$  là kích thước gói dữ liệu của đường lên,  $R$  là tốc độ dữ liệu đường lên và  $\delta$  là giá trị mục tiêu.

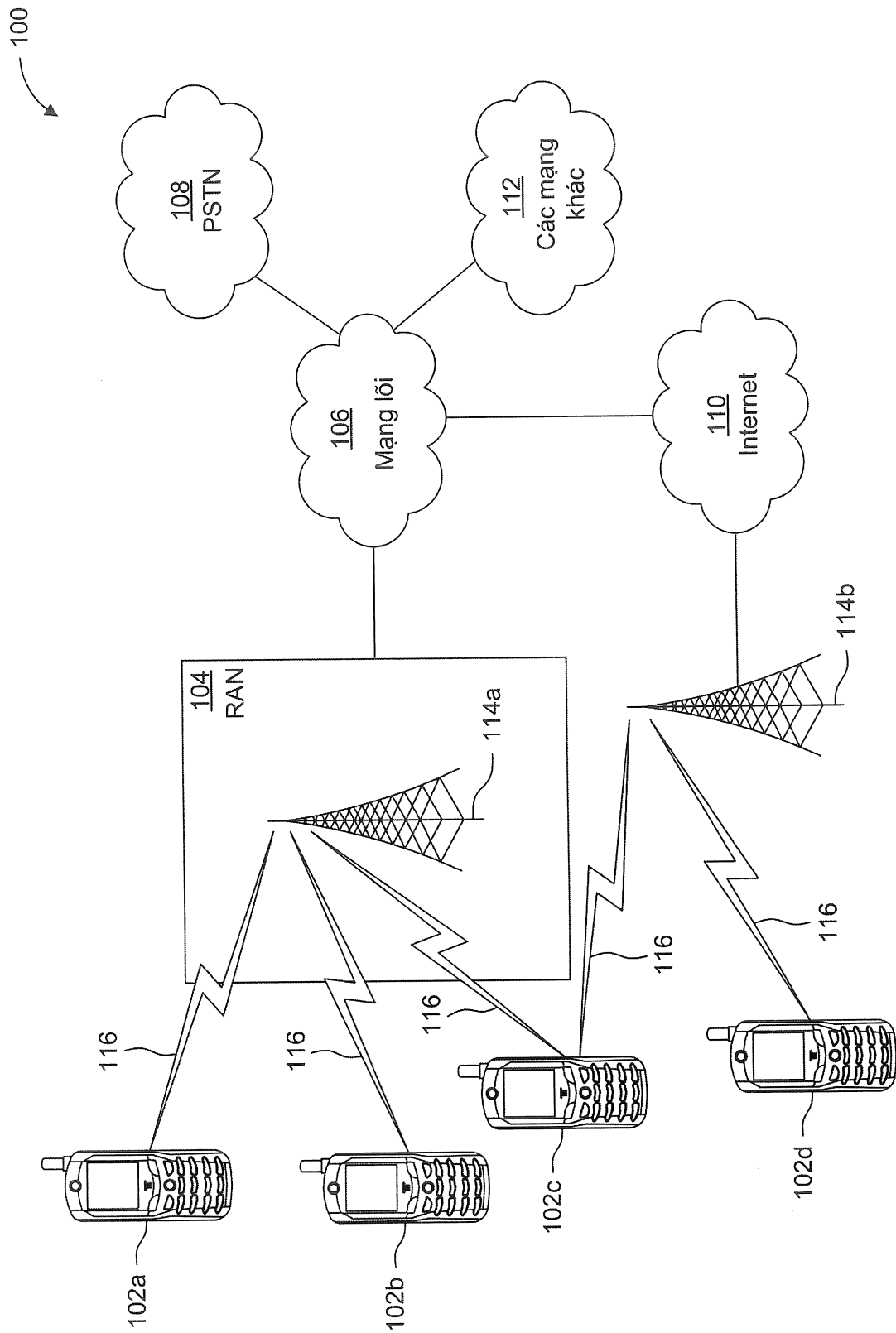
16. WTRU theo điểm 11, trong đó ít nhất một bộ xử lý phần cứng còn được tạo cấu hình để chọn cấu hình ký hiệu.

17. WTRU theo điểm 11, trong đó ít nhất một bộ xử lý phần cứng còn được tạo cấu hình để phát qua ăng-ten chỉ báo về cấu hình chòm điểm và ký hiệu được chọn.

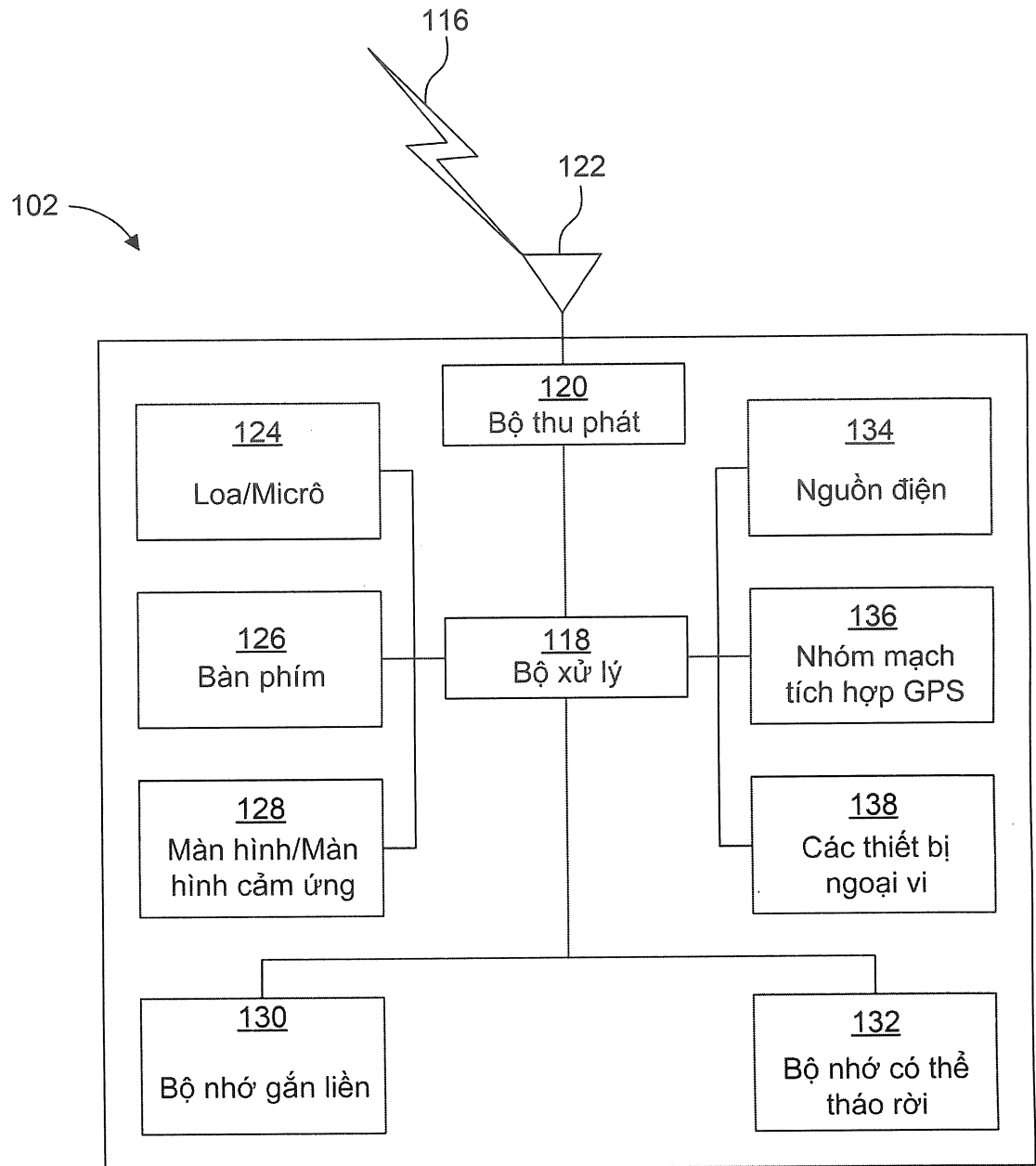
18. WTRU theo điểm 11, trong đó chòm điểm xác định kiểu sắp xếp các điểm của chòm điểm.

19. WTRU theo điểm 11, trong đó cấu hình ký hiệu xác định một số bit trên mỗi ký hiệu.

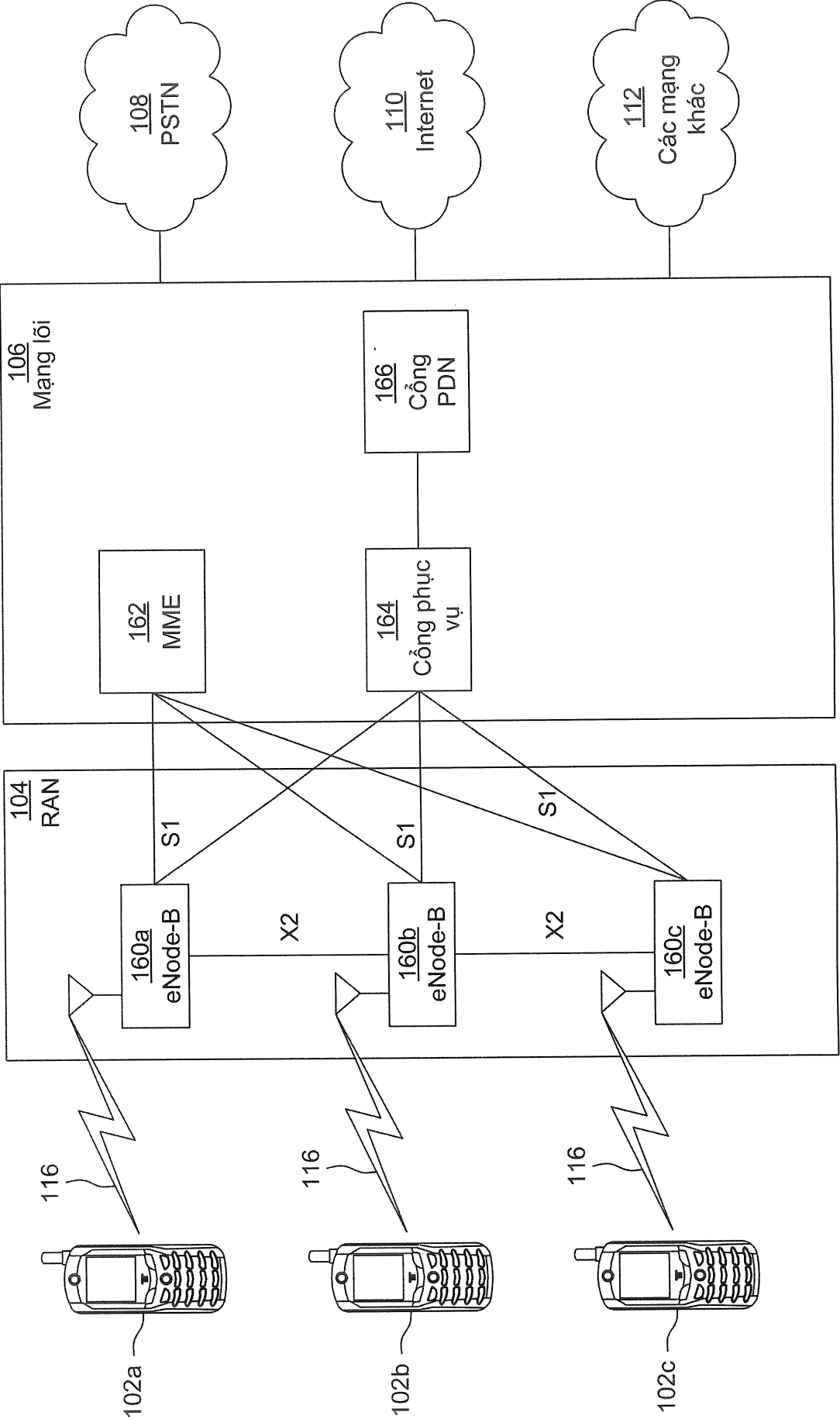
20. WTRU theo điểm 11, trong đó chòm điểm được xác định bằng các trạng thái trở kháng của bộ điều biến sóng mang gián tiếp.



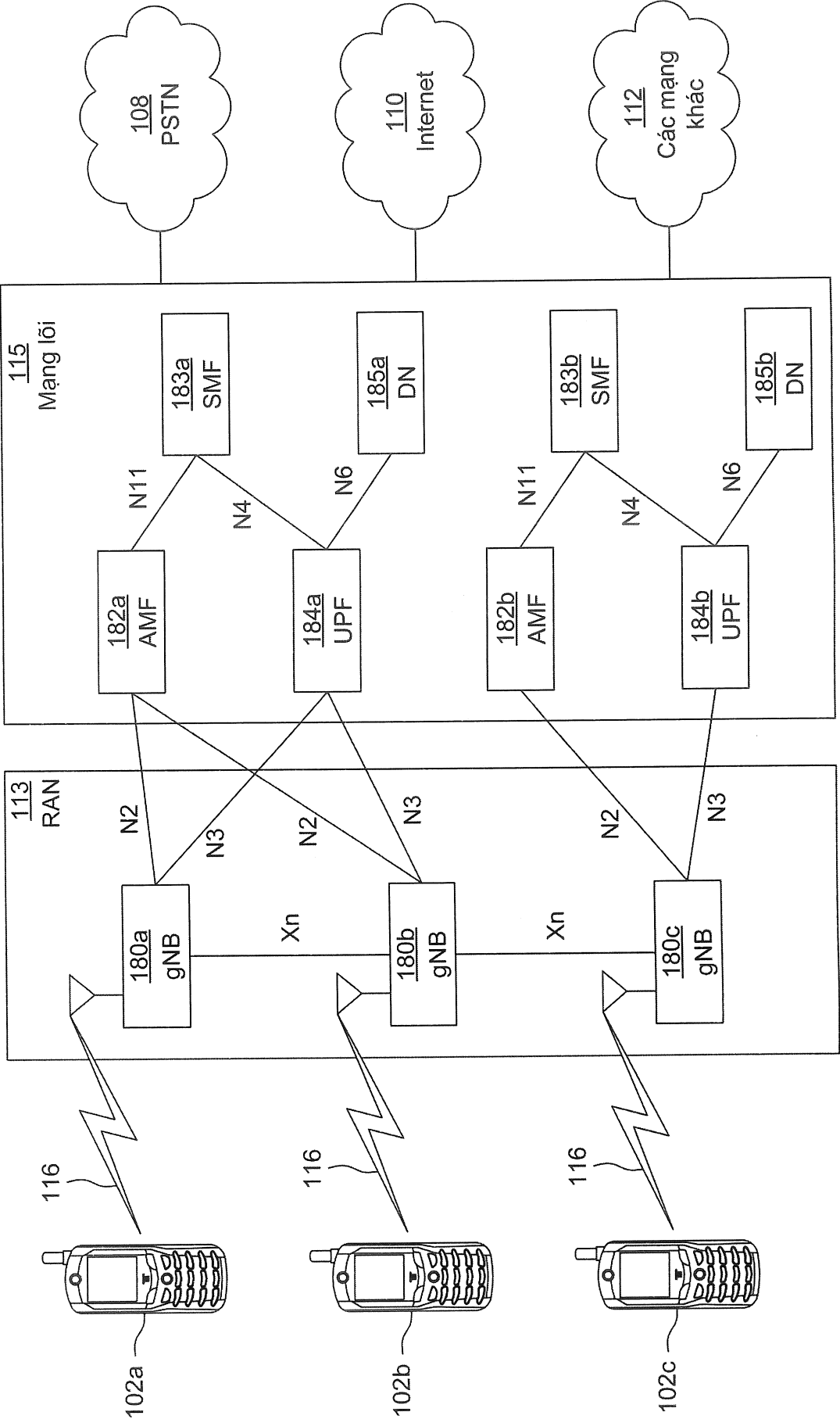
Hình 1A



Hình 1B

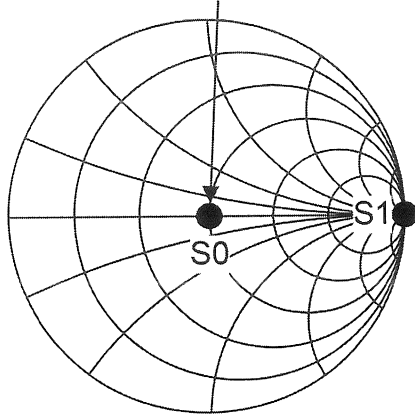


Hình 1C

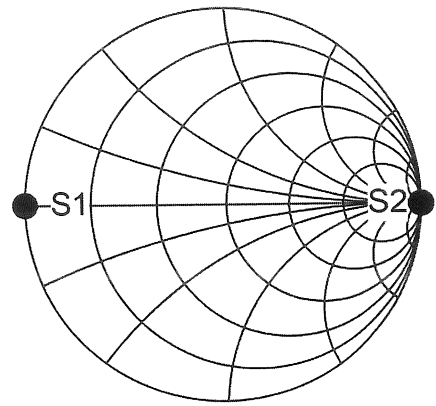


Hình 1D

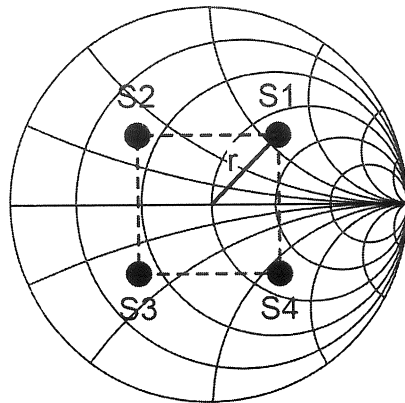
Trạng thái không phản xạ



Hình 2A

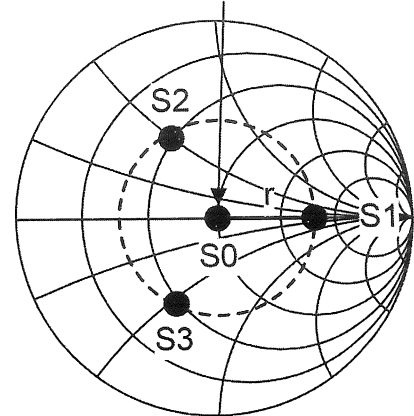


Hình 2B

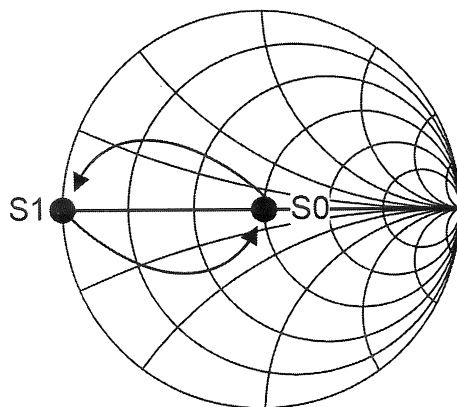


Hình 3A

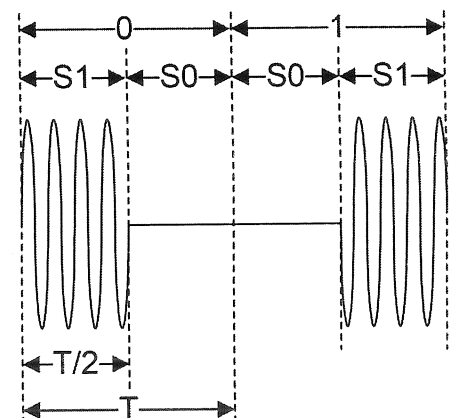
Trạng thái không phản xạ



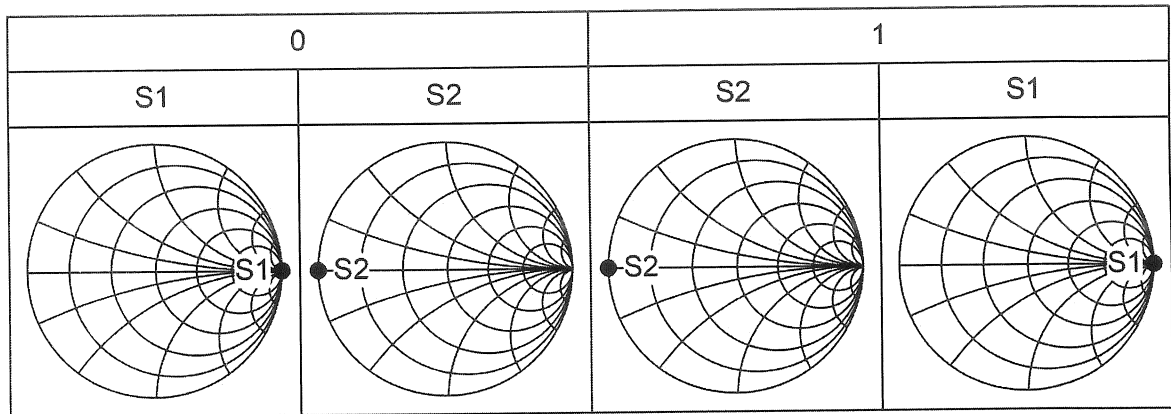
Hình 3B



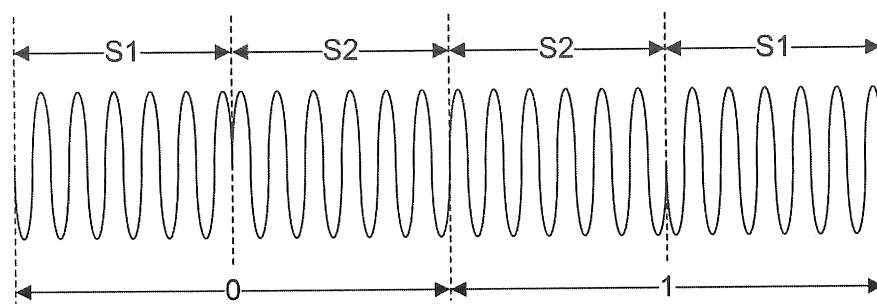
Hình 4A



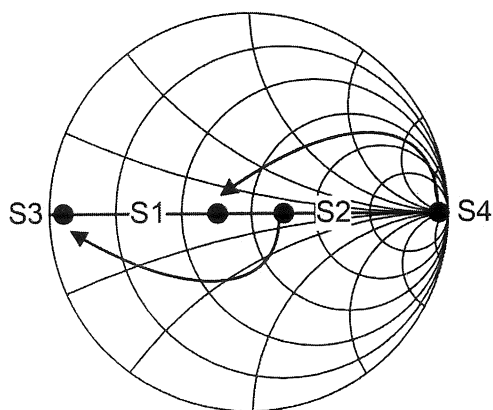
Hình 4B



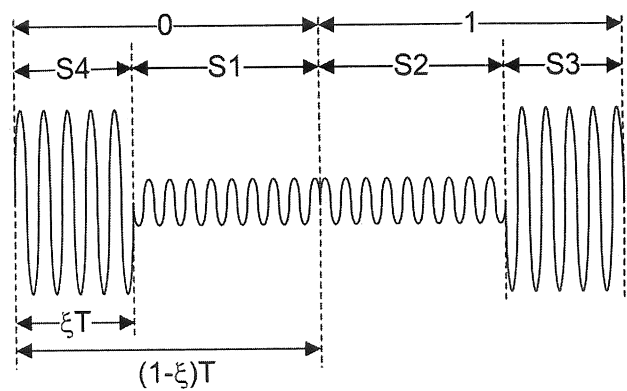
Hình 5A



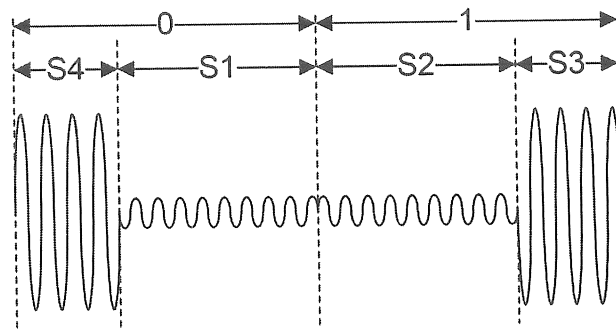
Hình 5B



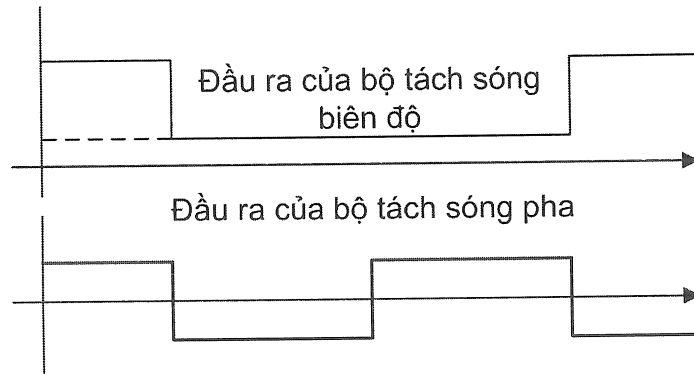
Hình 6A



Hình 6B



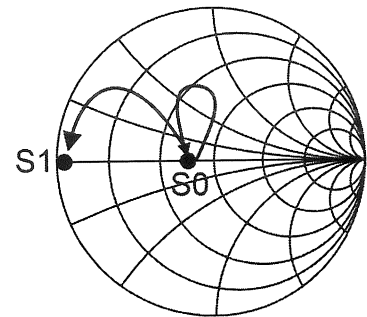
Hình 7A



Hình 7B

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|
| 00              | 0  | 0 | 0 | 1 |
| 01              | 0  | 0 | 1 | 0 |
| 10              | 0  | 1 | 0 | 0 |
| 11              | 1  | 0 | 0 | 0 |

Hình 8A



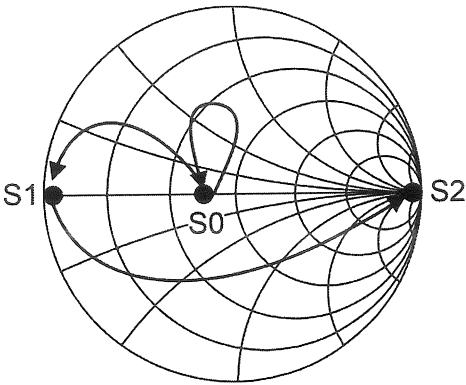
Hình 8B

| Ký hiệu | Mã      | Dạng sóng và trạng thái ICM (Bộ điều biến sóng mang gián tiếp) |    |    |    |
|---------|---------|----------------------------------------------------------------|----|----|----|
| 00      | 0 0 0 1 | S0                                                             | S0 | S0 | S1 |
| 01      | 0 0 1 0 | S0                                                             | S0 | S1 | S0 |
| 10      | 0 1 0 0 | S0                                                             | S1 | S0 | S0 |
| 11      | 1 0 0 0 | S1                                                             | S0 | S0 | S0 |

Hình 8C

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |    |    |    |
|-----------------|----|----|----|----|
| 00              | 0  | 0  | 0  | ↑↓ |
| 01              | 0  | 0  | ↑↓ | 0  |
| 10              | 0  | ↑↓ | 0  | 0  |
| 11              | ↑↓ | 0  | 0  | 0  |

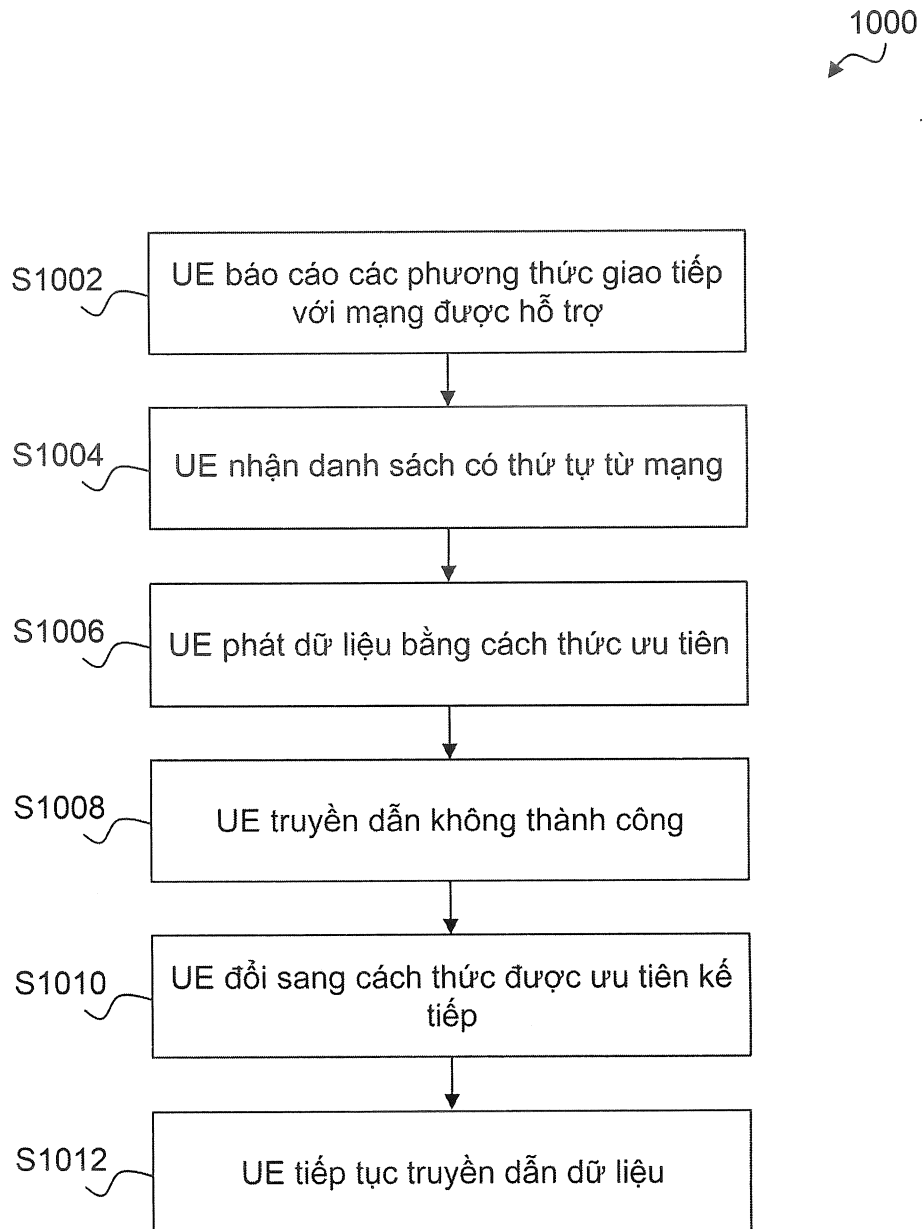
Hình 9A



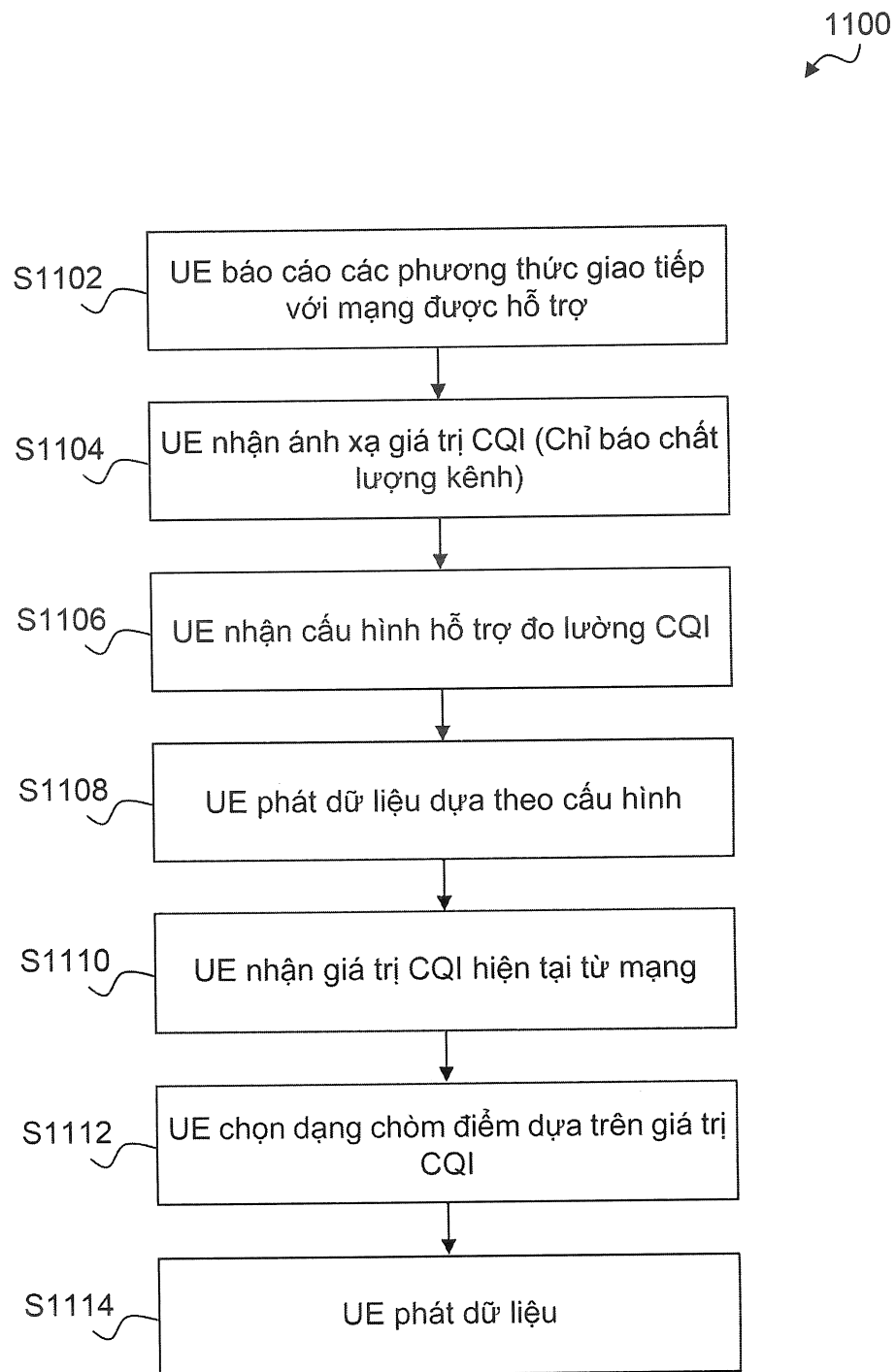
Hình 9B

| Ký hiệu | Mã       | Dạng sóng và trạng thái ICM (Bộ điều biến sóng mang gián tiếp) |         |         |         |
|---------|----------|----------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|
| 00      | 0 0 0 ↑↓ | S0                                                             | S0      | S0      | S1 → S2 |
| 01      | 0 0 ↑↓ 0 | S0                                                             | S0      | S1 → S2 | S0      |
| 10      | 0 ↑↓ 0 0 | S0                                                             | S1 → S2 | S0      | S0      |
| 11      | ↑↓ 0 0 0 | S1 → S2                                                        | S0      | S0      | S0      |

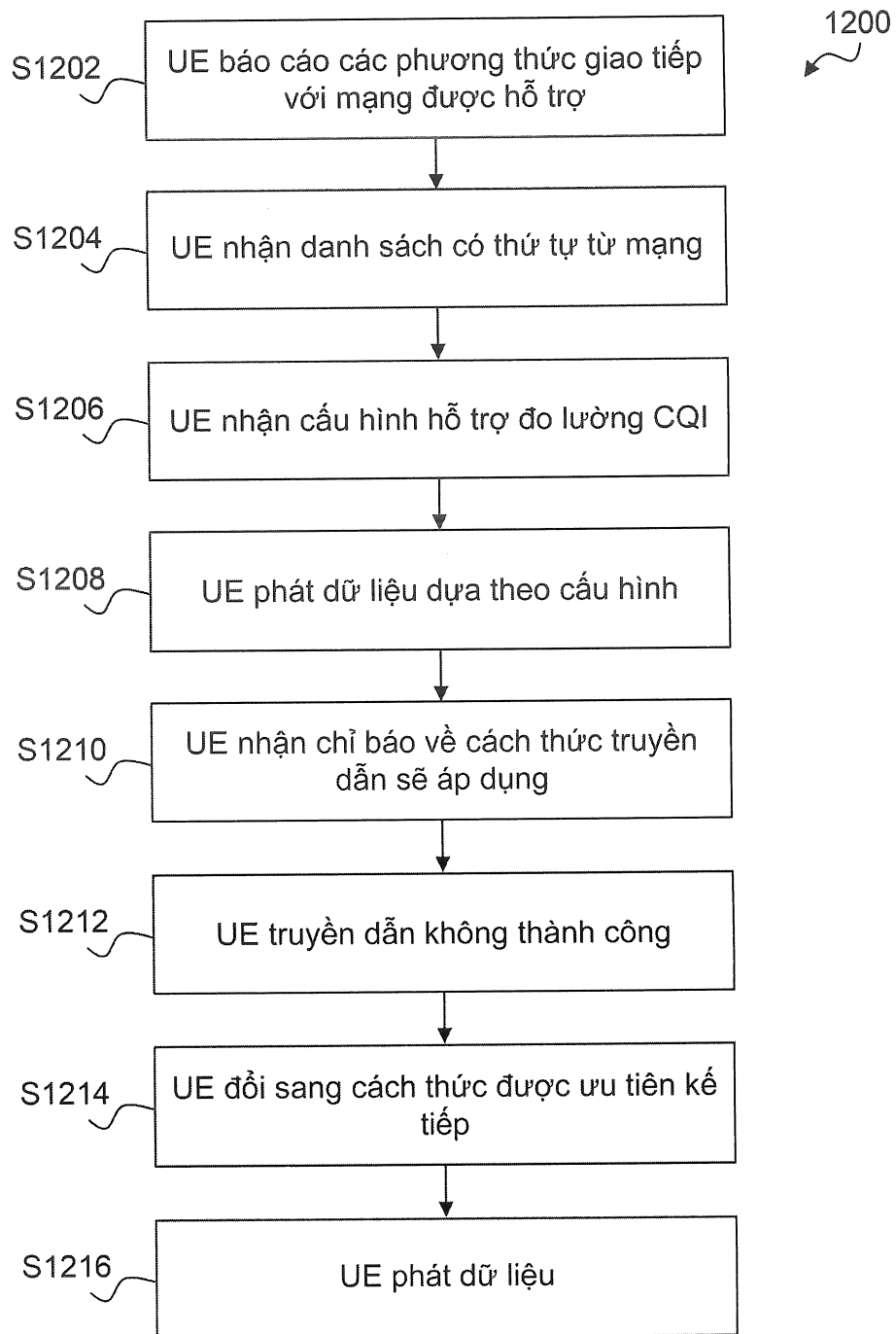
Hình 9C



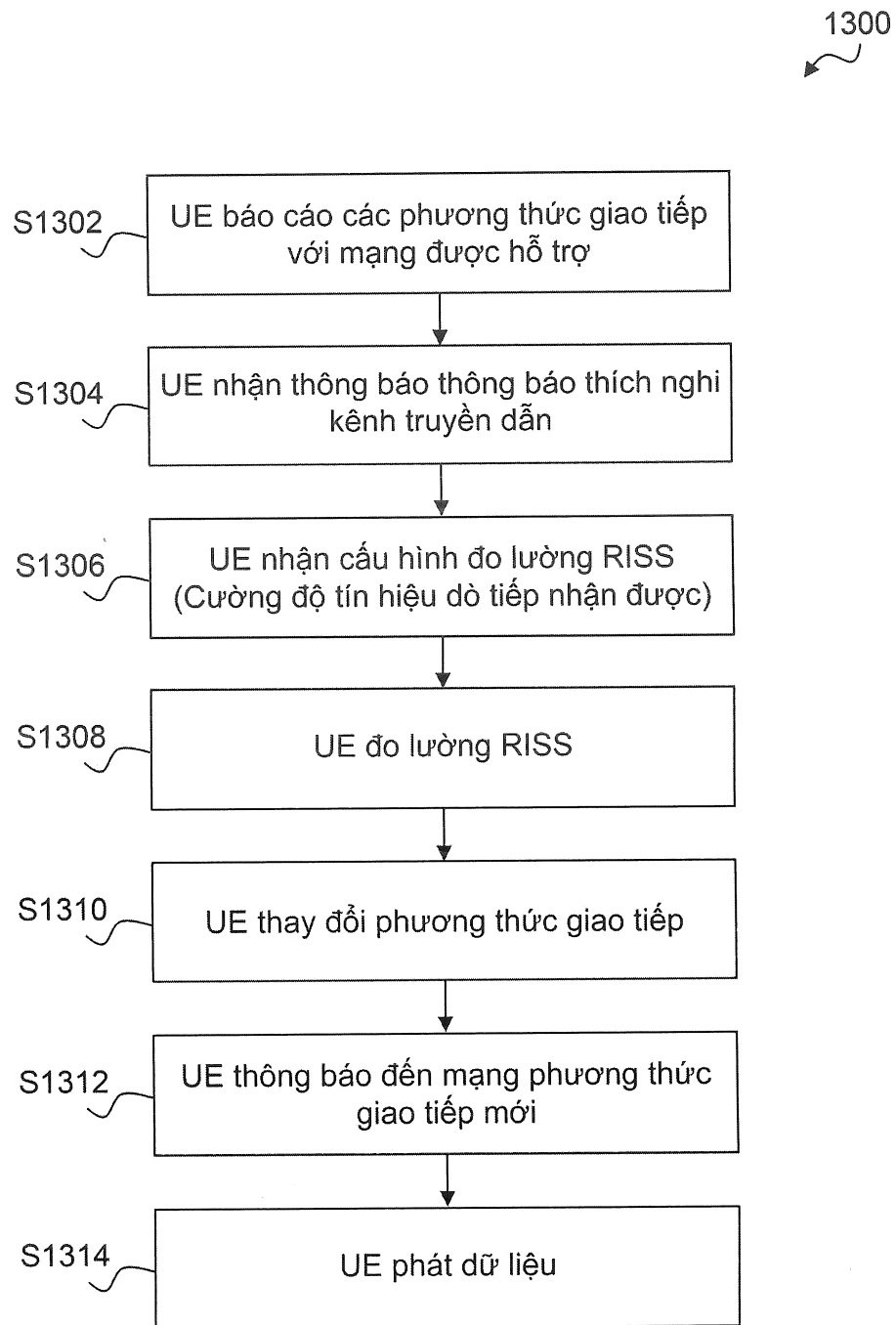
Hình 10



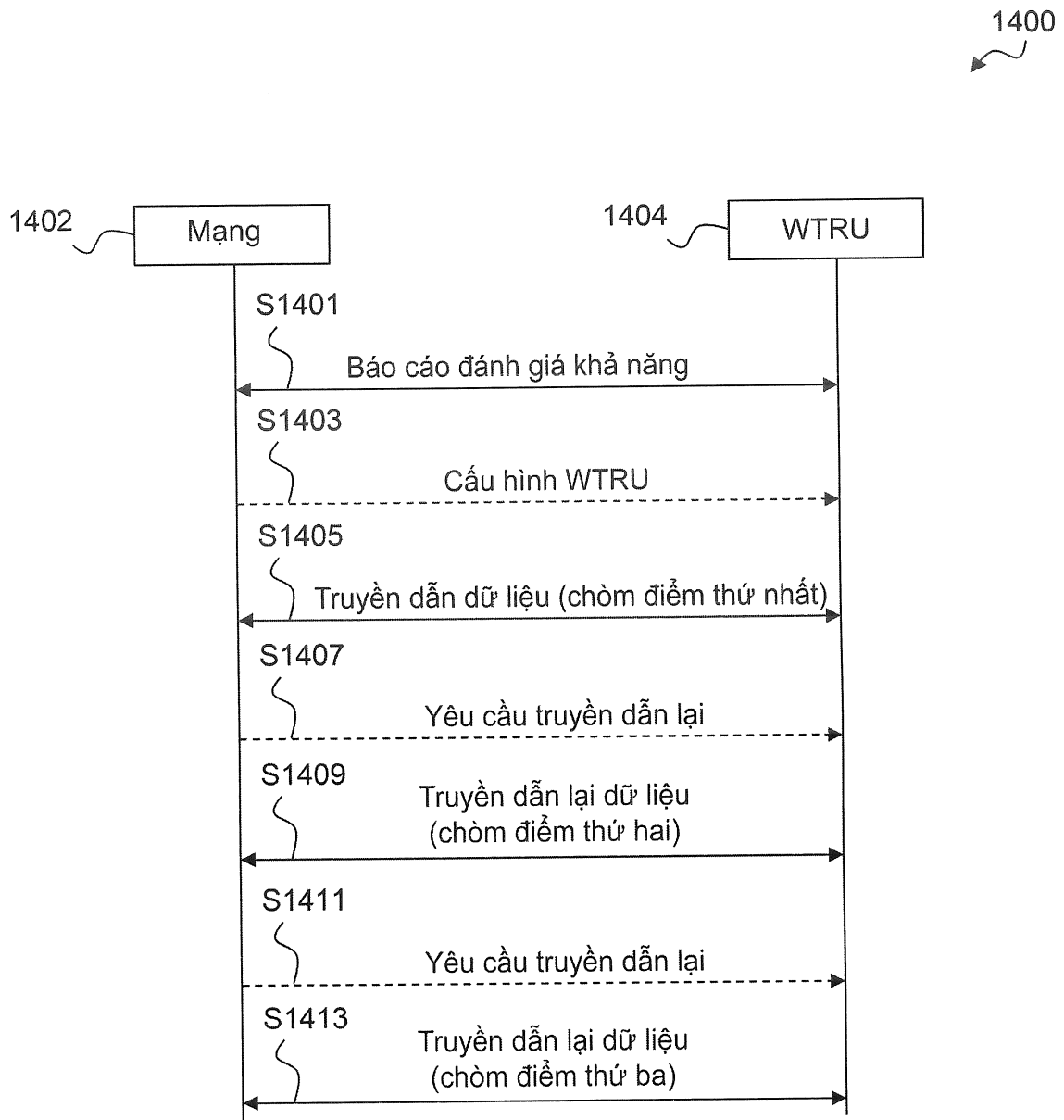
Hình 11



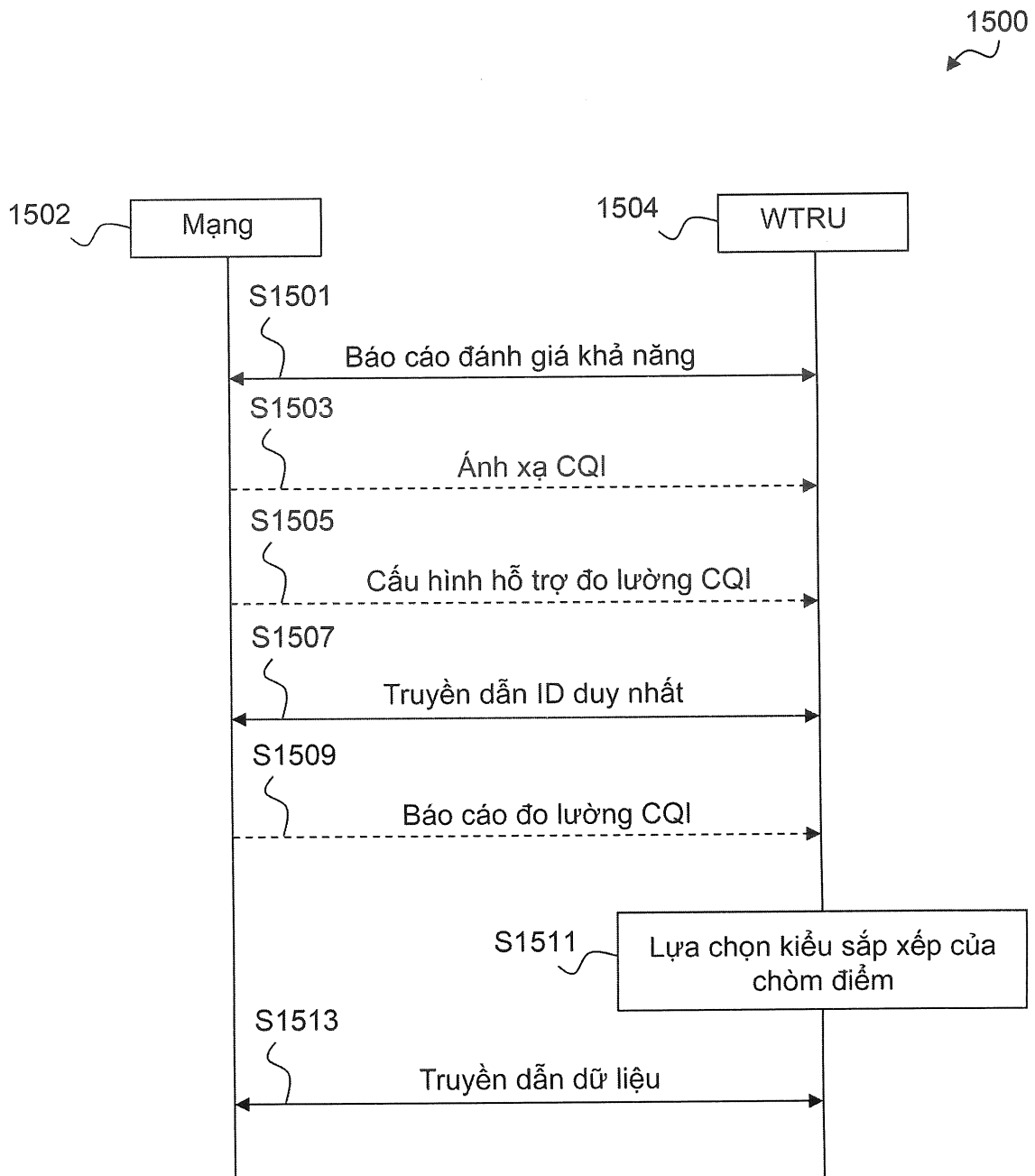
Hình 12



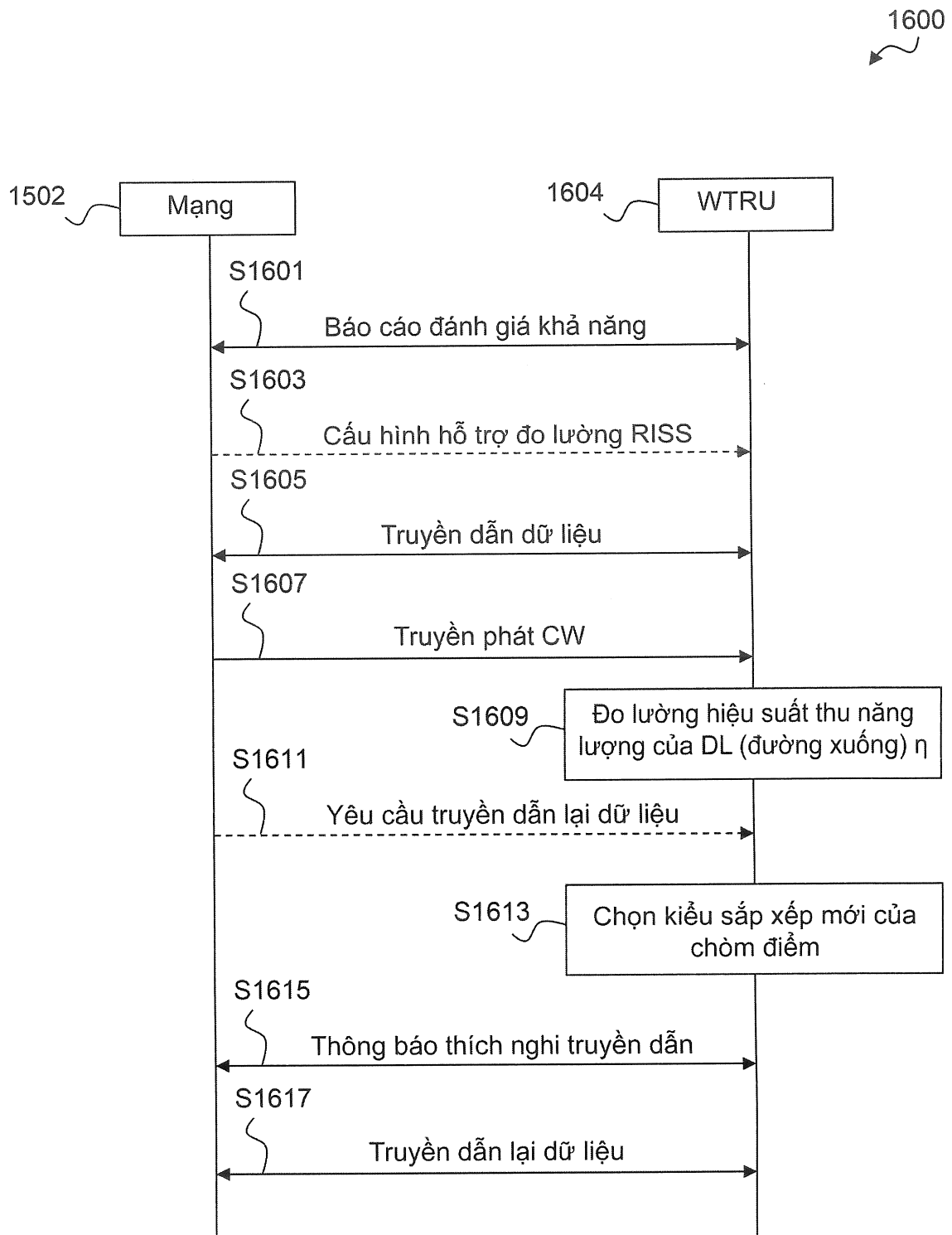
Hình 13



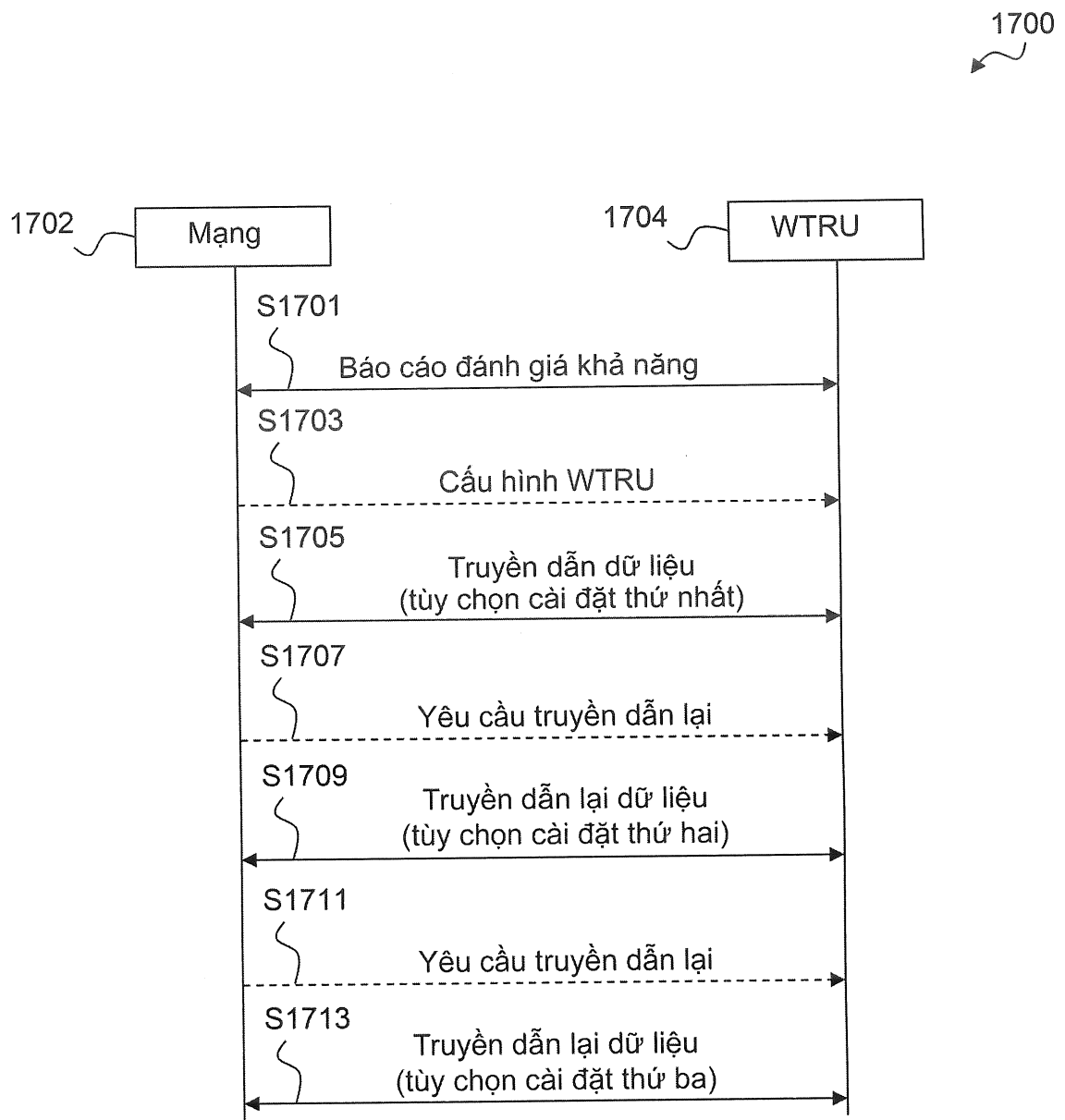
Hình 14



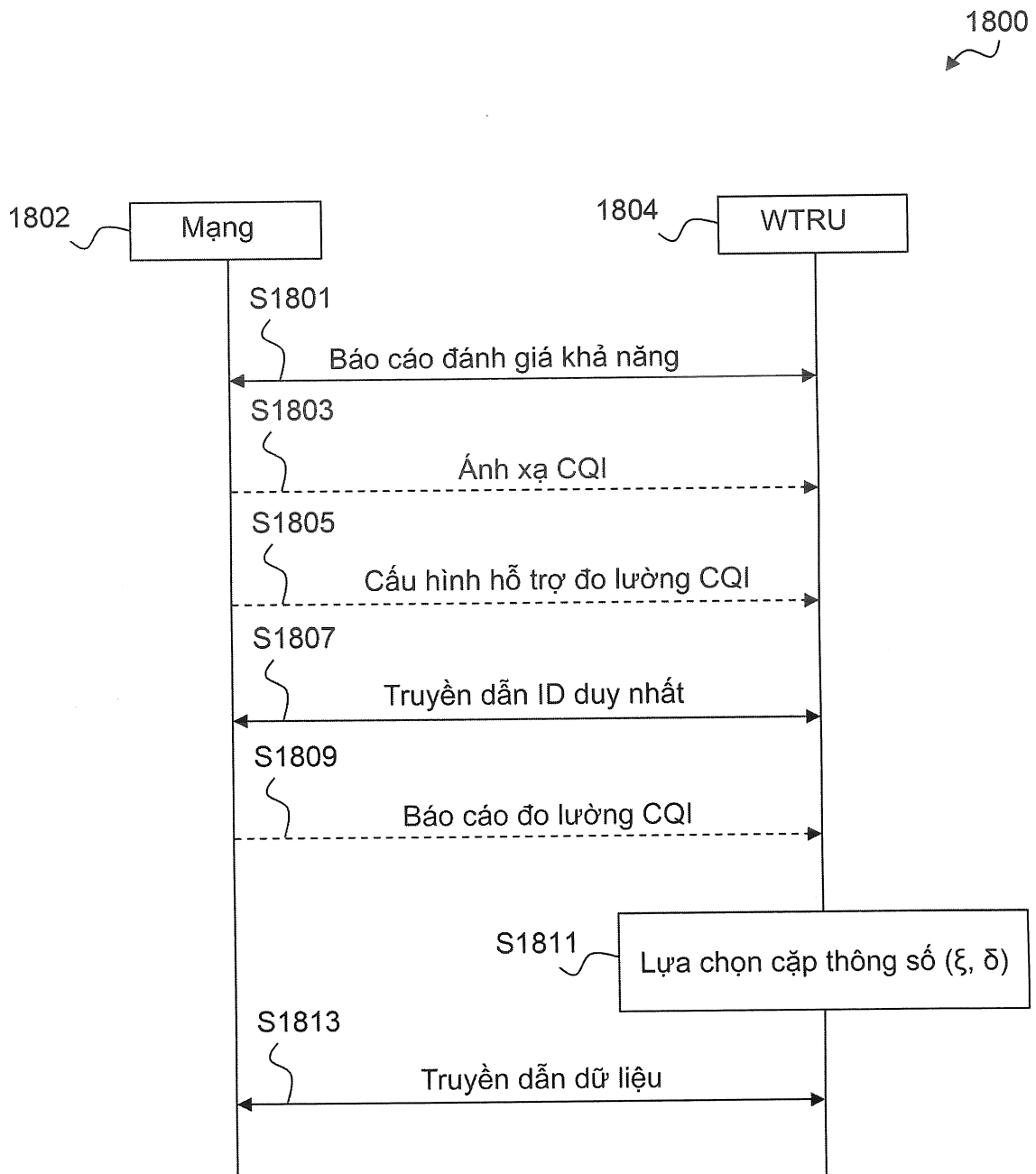
Hình 15



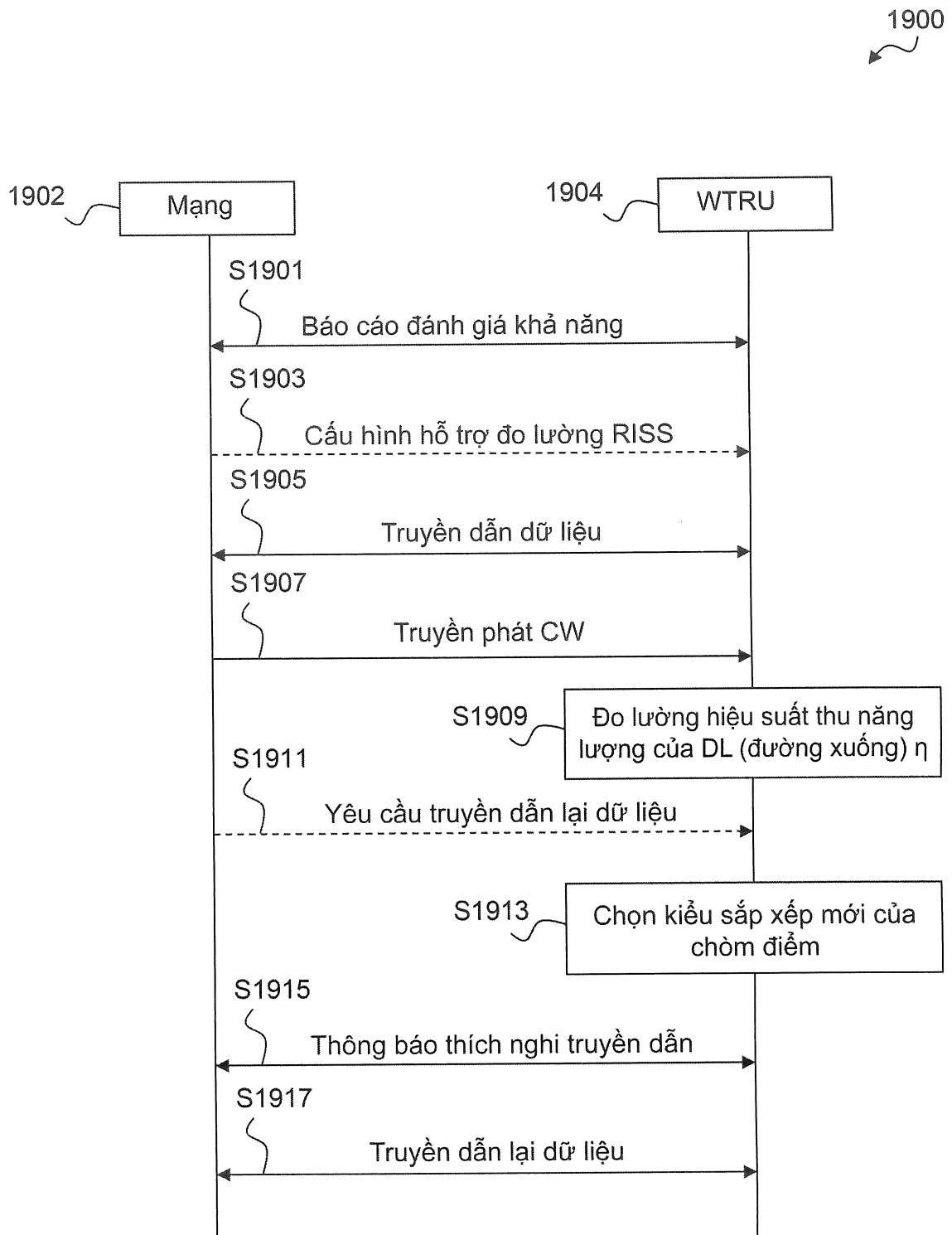
Hình 16



Hình 17



Hình 18



Hình 19

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|
| 00              | 0  | 0 | 0 | 1 |
| 01              | 0  | 0 | 1 | 0 |
| 10              | 0  | 1 | 0 | 0 |
| 11              | 1  | 0 | 0 | 0 |

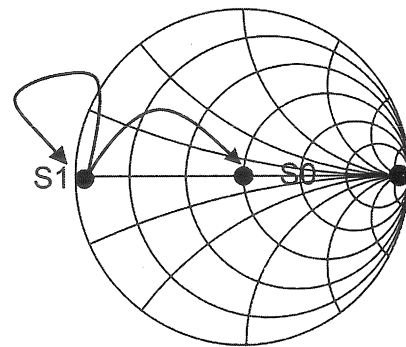
Hình 20A

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|---|
| 00              | 0  | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 01              | 0  | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 10              | 0  | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11              | 1  | 1 | 0 | 0 | 0 |

Hình 20B

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|
| 00              | 1  | 1 | 1 | 0 |
| 01              | 1  | 1 | 0 | 1 |
| 10              | 1  | 0 | 1 | 1 |
| 11              | 0  | 1 | 1 | 1 |

Hình 21A



Hình 21B

| Ký hiệu | Mã      | Dạng sóng và trạng thái ICM (Bộ điều biến sóng mang gián tiếp)       |
|---------|---------|----------------------------------------------------------------------|
| 00      | 1 1 1 0 | <div> <div>S1</div> <div>S1</div> <div>S1</div> <div>S0</div> </div> |
| 01      | 1 1 0 1 | <div> <div>S1</div> <div>S1</div> <div>S0</div> <div>S1</div> </div> |
| 10      | 1 0 1 1 | <div> <div>S1</div> <div>S0</div> <div>S1</div> <div>S1</div> </div> |
| 11      | 0 1 1 1 | <div> <div>S0</div> <div>S1</div> <div>S1</div> <div>S1</div> </div> |

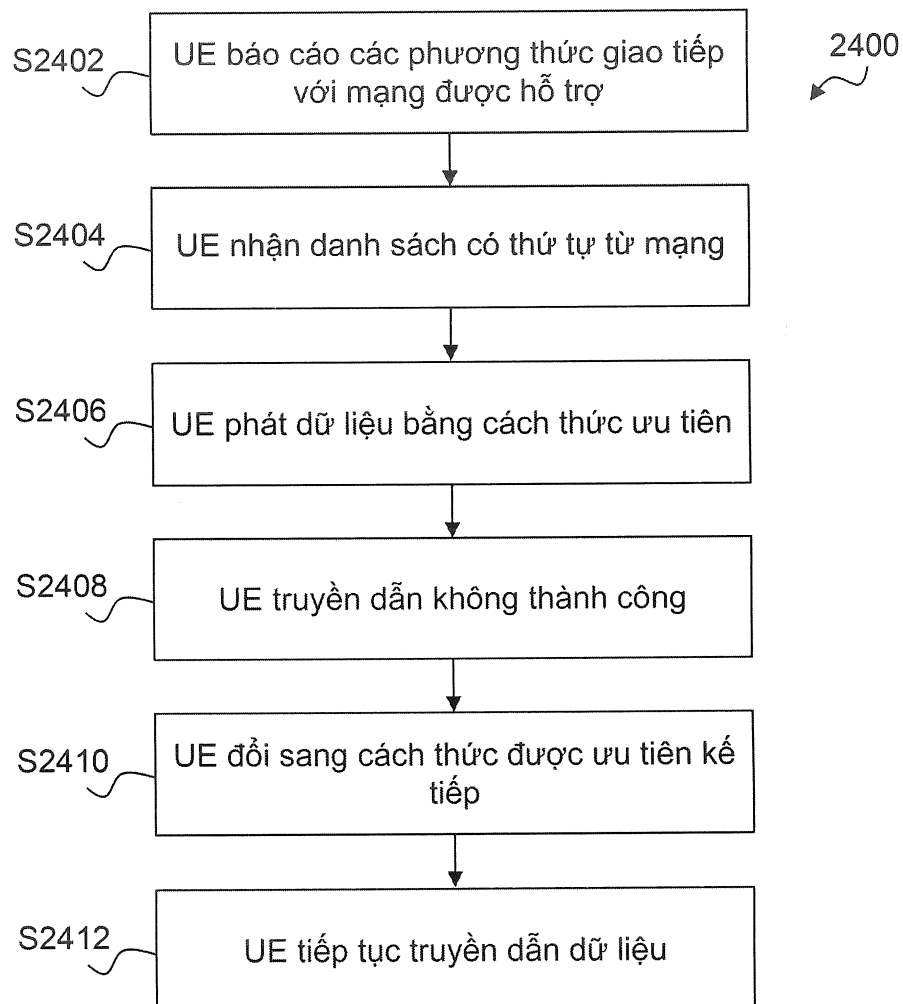
Hình 22

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|
| 00              | 1  | 1 | 1 | 0 |
| 01              | 1  | 1 | 0 | 1 |
| 10              | 1  | 0 | 1 | 1 |
| 11              | 0  | 1 | 1 | 1 |

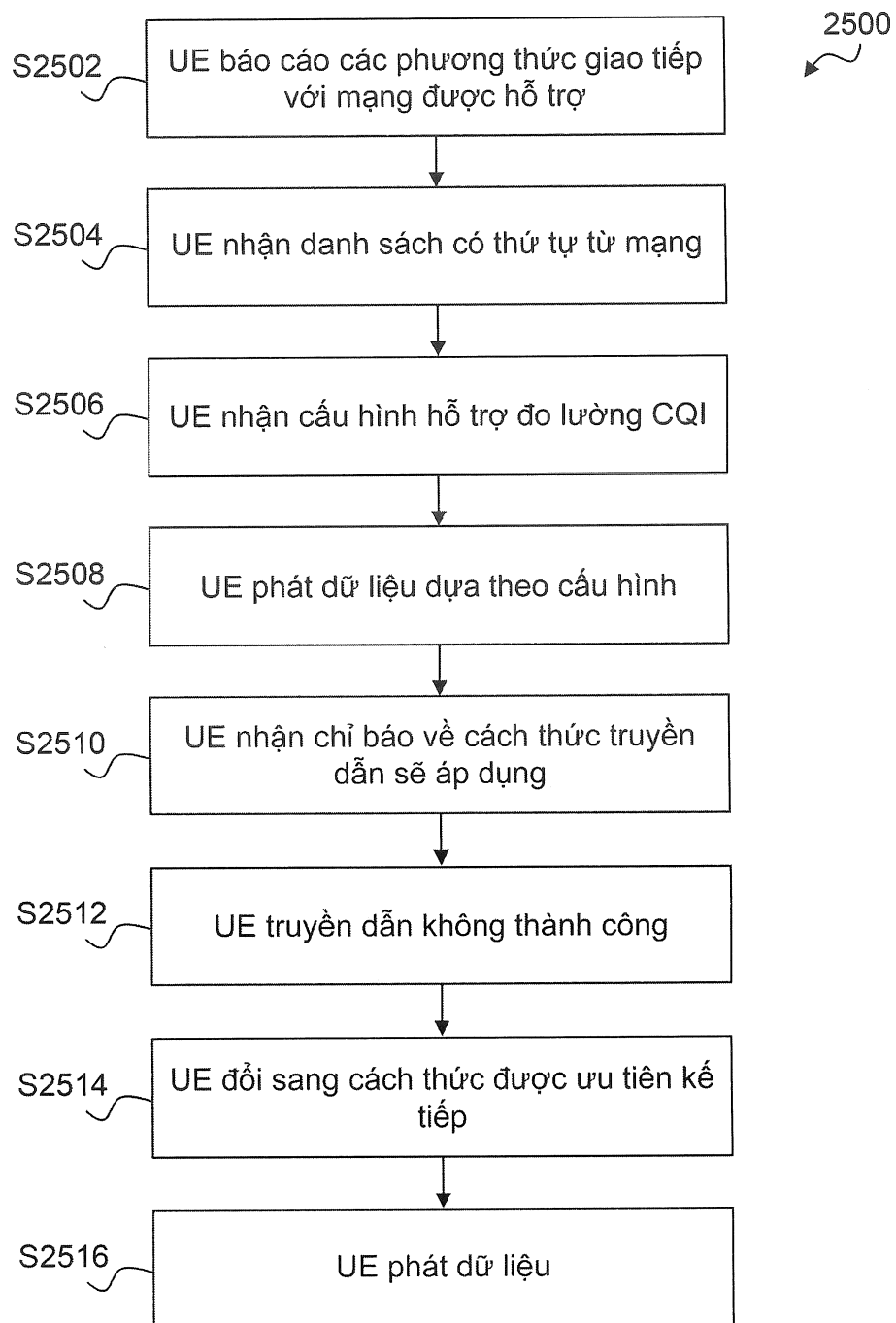
Hình 23A

| Ký hiệu dữ liệu | Mã |   |   |   |   |
|-----------------|----|---|---|---|---|
| 00              | 1  | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 01              | 1  | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 10              | 1  | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 11              | 0  | 0 | 1 | 1 | 1 |

Hình 23B



Hình 24



Hình 25