



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

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

(11)



1-0036187

(51)⁷

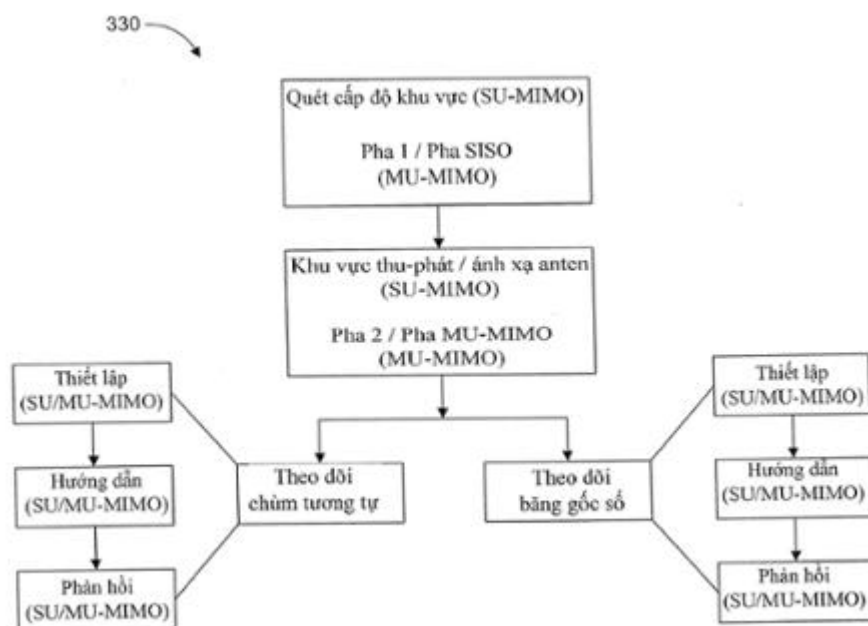
H04B 7/06

(13) B

- (21) 1-2018-05611 (22) 09/05/2017
(86) PCT/US2017/031829 09/05/2017 (87) WO 2017/196900 16/11/2017
(30) 62/335,519 12/05/2016 US; 62/365,281 21/07/2016 US; 62/445,639 12/01/2017 US;
62/501,615 04/05/2017 US
(45) 25/07/2023 424 (43) 25/02/2019 371A
(73) Interdigital Patent Holdings, Inc. (US)
200 Bellevue Parkway, Suite 300, Wilmington, Delaware 19809, United States of
America
(72) OTERI, Oghenekome (US); YANG, Rui (US); SAHIN, Alphan (TR); LOU, Hanqing
(US); Li-Hsiang, SUN (TW).
(74) Văn phòng Luật sư Ân Nam (ANNAM IP & LAW)

(54) THIẾT BỊ THU/PHÁT KHÔNG DÂY VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐƯỢC THỰC HIỆN
BỞI THIẾT BỊ THU/PHÁT KHÔNG DÂY

(57) Thiết bị trả lời thực hiện hoạt động điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp bằng cách có nhiều anten được tạo cấu hình để thu gói hướng dẫn, nhanh chóng tạo tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu bằng cách xử lý gói hướng dẫn thu được với hệ số chùm tín hiệu tương tự được xác định trước, xác định sự theo dõi kênh bằng gốc số (DBC) có được chỉ báo hay không dựa trên thông số kiểu theo dõi được chứa trong gói hướng dẫn thu được, xử lý tín hiệu hướng dẫn không được tiền mã hóa trong tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu và nhanh chóng xác định ước tính DBC, và cung cấp thông báo phản hồi có dữ liệu bộ tiền mã hóa của bộ phát dựa trên ước tính DBC.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các hệ thống và phương pháp hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu trong mạng cục bộ không dây (WLAN), như là Học viện Kỹ nghệ Điện và Điện tử (IEEE) 802.11ay WLAN.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Vô số thiết bị và mạng trên toàn cầu hoạt động theo một hoặc nhiều chuẩn IEEE 802.11 để phù hợp với các hệ thống truyền thông không dây. Các hệ thống truyền thông này thường diễn ra trong băng thông 2,4-GHz và 5-GHz, mặc dù các băng thông khác cũng được sử dụng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Bản mô tả này bộc lộ các hệ thống và phương pháp hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu trong WLAN.

Một phương án đề cập đến phương pháp bao gồm thiết bị khởi tạo phát, đến một hoặc nhiều thiết bị trả lời, nhiều khung điều hướng chùm tín hiệu để hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu, trong đó thiết bị khởi tạo quét các truyền dẫn qua tất cả chùm tín hiệu trong tất cả khu vực để cung cấp truyền dẫn lọc chùm toàn diện. Các phương án thay thế bao gồm thiết bị trả lời thu nhiều khung hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu; và, thiết bị trả lời phát khung phản hồi bao gồm thông số ID khu vực thu và thông số ID anten thu.

Các phương án khác bao gồm phương pháp hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu nhiều giai đoạn bao gồm thiết bị khởi tạo phát tín hiệu điều hướng chùm tín hiệu giai đoạn thứ nhất bao gồm bước quét qua tất cả chùm phát và thiết bị trả lời quét qua tất cả chùm thu và nhanh chóng xác định cặp chùm tín hiệu thứ nhất. Các phương án khác còn bao gồm bước quét lặp đi lặp lại qua các chùm bổ sung và nhanh chóng ước tính cặp tốt nhất tiếp theo dựa trên cặp chùm tín hiệu thứ nhất.

Ngoài ra, các biến thể và hoán vị bất kỳ được mô tả trong công bố này có thể được thực hiện theo các phương án bất kỳ, bao gồm việc theo phương án về các phương pháp và theo phương án về các hệ thống bất kỳ. Ngoài ra, các phương án được trình

bày có sự linh hoạt và khả năng ứng dụng chéo mặc dù sử dụng ngôn ngữ hơi khác (ví dụ, quy trình, phương pháp, các bước, các chức năng, tập hợp chức năng, v.v.) trong mô tả và/hoặc đặc trưng hóa các phương án này.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

HÌNH 1 mô tả các định dạng PPDU cho 802.11ad.

HÌNH 2 mô tả sơ đồ khối truyền dẫn mẫu.

HÌNH 3 mô tả quy trình hướng dẫn quét cấp độ khu vực (SLS) mẫu.

HÌNH 4 mô tả định dạng khung quét khu vực (SSW) mẫu.

HÌNH 5 mô tả định dạng trường SSW mẫu.

HÌNH 6A mô tả định dạng trường phản hồi SSW mẫu thứ nhất, theo ít nhất một phương án.

HÌNH 6B mô tả định dạng trường phản hồi SSW mẫu thứ hai, theo ít nhất một phương án.

HÌNH 7 mô tả cấu trúc gói mẫu thứ nhất được sử dụng với giao thức lọc chùm.

HÌNH 8 mô tả cấu trúc định dạng PPDU 802.11ay.

HÌNH 9 mô tả kiến trúc thiết bị có tất cả anten vật lý được kích thích bởi tất cả trọng số.

HÌNH 10 mô tả kiến trúc thứ hai có các Pa khác nhau được kích thích bởi các trọng số riêng biệt.

HÌNH 11 mô tả hàm phân bố lũy tích của các giá trị trung bình của hai mục nhập ngoài đường chéo của ma trận $\mathbf{H}\mathbf{H}^H$.

HÌNH 12A mô tả một phương án về pha MIMO pha 2.

HÌNH 12B mô tả sơ đồ chuỗi cho một phương án về truyền dẫn khung pha 1 và pha 2.

HÌNH 13 mô tả dung lượng đường liên kết dưới dạng hàm cho mức lọc chùm.

HÌNH 14 mô tả độ lợi dung lượng đường liên kết của vòng kín SU-MIMO trên vòng hở.

HÌNH 15A-15E mô tả các cấu hình 802.11ay 1 đến 5.

HÌNH 16 mô tả phương án mẫu về các tap kênh được báo cáo dưới dạng các cặp thành phần cùng pha và vuông pha.

HÌNH 17 mô tả một phương án về theo dõi pha 3 cho SU-MIMO trong 802.11ay.

HÌNH 18 mô tả một phương án về theo dõi pha 3 cho MU-MIMO trong 802.11ay.

HÌNH 19 mô tả một phương án về hướng dẫn dựa trên TRN.

HÌNH 20 mô tả một phương án về các khung cho nhiều cấu hình MU-MIMO.

HÌNH 21A mô tả quy trình mẫu cho pha 3 với thiết lập và ACK; Phản hồi dựa trên kiểm tra vòng.

HÌNH 21B mô tả quy trình mẫu cho pha 3 với kiểm tra vòng nhưng không thiết lập, trong đó cấu hình hiện tại được sử dụng.

HÌNH 22 mô tả quy trình mẫu cho pha 3 với phản hồi UL OFDMA/MIMO.

HÌNH 23 mô tả quy trình mẫu cho pha 3 với phản hồi UL OFDMA/MIMO và không khung thiết lập.

HÌNH 24 mô tả quy trình theo dõi chùm mẫu với việc thiết bị khởi tạo yêu cầu TRN-T.

HÌNH 25 mô tả sự theo dõi chùm mẫu cho 802.11ay, theo ít nhất một phương án.

HÌNH 26 mô tả sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự mẫu.

HÌNH 27 mô tả sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị khởi tạo EDMG bằng gốc mẫu.

HÌNH 28 mô tả sự theo dõi chùm tín hiệu phát của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự mẫu.

HÌNH 29 mô tả sự theo dõi chùm tín hiệu phát của thiết bị khởi tạo EDMG bằng gốc mẫu.

HÌNH 30 mô tả sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị trả lời EDMG tương tự mẫu.

HÌNH 31 mô tả sự theo dõi chùm bằng gốc mẫu không có các trường TRN-R.

HÌNH 32 mô tả sự theo dõi chùm bằng gốc mẫu không có các trường N TRN-R.

HÌNH 33 mô tả cấu trúc gói mẫu cho sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự.

HÌNH 34 mô tả cấu trúc gói mẫu cho sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị khởi tạo EDMG băng gốc.

HÌNH 35 mô tả sự theo dõi chùm băng gốc mẫu không có các trường TRN-T.

HÌNH 36 mô tả sự theo dõi chùm băng gốc mẫu có các trường N TRN-T.

HÌNH 37 mô tả cấu trúc gói mẫu cho sự theo dõi chùm tín hiệu phát của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự.

HÌNH 38 mô tả cấu trúc gói mẫu cho sự theo dõi chùm tín hiệu phát của thiết bị khởi tạo EDMG băng gốc.

HÌNH 39 mô tả cấu trúc gói mẫu cho sự theo dõi chùm tín hiệu thu của thiết bị trả lời EDMG tương tự.

HÌNH 40 mô tả thiết bị truyền thông không dây mẫu, theo ít nhất một phương án.

HÌNH 41 mô tả phương pháp theo dõi chùm theo ít nhất một phương án.

HÌNH 42 mô tả phương pháp theo dõi chùm khác để thực hiện phương pháp theo HÌNH 27.

Ngoài ra, trước khi tiếp tục với bản mô tả này, lưu ý rằng các thực thể, kết nối, sắp xếp, v.v. được minh họa trong—và được mô tả theo—các hình vẽ khác nhau được trình bày chỉ có mục đích làm ví dụ và không có ý giới hạn. Như vậy, bất kỳ và tất cả tuyên bố hoặc chỉ báo khác về những gì mà hình cụ thể “mô tả”, những gì “là” phần tử hoặc thực thể cụ thể trong hình cụ thể hoặc những gì phần tử hoặc thực thể cụ thể “có” trong hình cụ thể, và bất kỳ và tất cả tuyên bố tương tự—có thể tách biệt và nằm ngoài ngữ cảnh được hiểu là tuyệt đối và do đó giới hạn—chỉ có thể được hiểu đúng khi cấu trúc có mệnh đề đứng trước như “Trong ít nhất một phương án...” Và để phần trình bày được ngắn gọn và rõ ràng, mệnh đề đứng trước ngụ ý này không được lặp lại *một cách nhằm chán* trong phần mô tả chi tiết các hình vẽ bên dưới.

Mô tả chi tiết sáng chế

WLAN

Tổng quan về các hệ thống WLAN.

WLAN trong chế độ Bộ dịch vụ cơ sở hạ tầng (BSS) có Điểm truy nhập/Điểm điều khiển BSS cá nhân (PBSS) (AP/PCP) cho BSS và một hoặc nhiều trạm (STA) (ví dụ, các thiết bị máy khách) liên kết với AP/PCP. AP/PCP thường có quyền truy nhập hoặc giao diện đến Hệ thống phân phối (DS) hoặc kiểu mạng có dây/không dây khác đưa lưu lượng vào và ra khỏi BSS. Lưu lượng đến các STA xuất phát từ bên ngoài BSS đến qua AP/PCP và được chuyển đến các STA. Lưu lượng xuất phát từ các STA đến các điểm đích bên ngoài BSS được gửi đến AP/PCP được chuyển đến các điểm đích tương ứng. Lưu lượng giữa các STA trong BSS cũng có thể được gửi qua AP/PCP, trong đó STA nguồn gửi lưu lượng đến AP/PCP và AP/PCP chuyển lưu lượng đến STA đích. Lưu lượng giữa các STA trong BSS thật sự là lưu lượng ngang hàng. Lưu lượng ngang hàng cũng có thể được gửi trực tiếp giữa các STA nguồn và đích với thiết lập liên kết trực tiếp (DLS) bằng cách sử dụng DLS 802.11e hoặc DLS được tạo tunnel (đường hầm) (TDLS) 802.11z. WLAN sử dụng chế độ BSS độc lập (IBSS) không có AP, và các thiết bị tương thích chỉ giao tiếp trực tiếp với nhau. Chế độ giao tiếp này được gọi là chế độ giao tiếp “ad-hoc” (phi thể thức).

Sử dụng chế độ vận hành cơ sở hạ tầng 802.11ac, AP/PCP có thể phát báo hiệu trên kênh cố định, thường là kênh chính. Kênh này có thể rộng 20 megahec (MHz), và là kênh vận hành của BSS. Kênh này cũng được các STA sử dụng để thiết lập kết nối với AP/PCP. Cơ chế truy nhập kênh cơ bản trong hệ thống 802.11 là Đa truy nhập nhận biết sóng mang tránh xung đột (CSMA/CA). Ở chế độ vận hành này, mỗi STA, bao gồm AP/PCP, sẽ nhận biết kênh chính. Nếu kênh được phát hiện đang bận, STA sẽ chờ. Vì vậy chỉ một STA có thể phát tại thời điểm đã cho bất kỳ trong BSS đã cho.

Trong 802.11n [1], các STA thông lượng cao (HT) cũng có thể sử dụng kênh rộng 40 MHz để giao tiếp. Có thể đạt được điều này bằng cách kết hợp kênh chính rộng 20 MHz với kênh rộng 20 MHz liền kề để tạo kênh liền kề rộng 40 MHz.

Trong 802.11ac [2], các STA thông lượng cực cao (VHT) có thể hỗ trợ các kênh rộng 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz, và 160 MHz. Các kênh rộng 40 MHz và các kênh rộng 80 MHz được tạo bằng cách kết hợp các kênh rộng 20 MHz liền kề theo cách tương tự với cách được mô tả bên trên kết hợp với 802.11n. Kênh rộng 160 MHz có thể được tạo bằng cách kết hợp 8 kênh rộng 20 MHz liền kề, hoặc bằng cách kết hợp 2 kênh rộng 80 MHz không liền kề, đôi khi còn được gọi là “cấu hình 80+80”. Đối với cấu hình 80+80, dữ liệu, sau khi mã hóa kênh, được truyền qua bộ phân tích cú pháp phân đoạn chia nó

thành hai luồng. Xử lý Biến đổi Fourier nhanh ngược (IFFT) và xử lý miền thời gian được thực hiện riêng trên mỗi luồng. Khi đó các luồng được ánh xạ lên hai kênh, và dữ liệu được phát. Ở bộ thu, cơ chế này được đảo ngược, và dữ liệu kết hợp được chuyển đến MAC của bộ thu.

Các chế độ vận hành Sub-1-gigahec (GHz) được hỗ trợ bởi 802.11af [3] và 802.11ah [4]. Đối với các đặc tả này, các dải thông vận hành kênh, cũng như các sóng mang, được giảm so với các dải thông được sử dụng trong 802.11n [1] và 802.11ac [2], 802.11af hỗ trợ các dải thông 5 MHz, 10 MHz, và 20 MHz trong phổ Khoảng trắng TV (TVWS), và 802.11ah hỗ trợ các dải thông 1 MHz, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, và 16 MHz sử dụng phổ không TVWS. Trường hợp sử dụng 802.11ah khả thi là hỗ trợ các thiết bị Điều khiển dạng đồng hồ đo (MTC) trong phạm vi phủ sóng lớn. Các thiết bị MTC có thể giới hạn những khả năng bao gồm chỉ hỗ trợ các dải băng hữu hạn, nhưng cũng bao gồm yêu cầu thời lượng pin rất cao.

Các hệ thống WLAN—như là 802.11n, 802.11ac, 802.11af, và 802.11ah—hỗ trợ nhiều kênh và nhiều độ rộng kênh bao gồm kênh được thiết kế làm kênh chính. Kênh chính có thể, nhưng không nhất thiết, có dải thông bằng với dải thông vận hành phổ biến lớn nhất được hỗ trợ bởi tất cả STA trong BSS. Vì vậy dải thông của kênh chính được giới hạn bởi STA (trong số các STA đang vận hành trong BSS) hỗ trợ chế độ vận hành dải thông nhỏ nhất (dưới dạng chế độ vận hành dải thông kênh được hỗ trợ tối đa cho STA cụ thể). Trong ví dụ về 802.11ah, kênh chính có thể rộng 1 MHz nếu có các STA (ví dụ, các thiết bị kiểu MTC) chỉ hỗ trợ chế độ 1 MHz ngay cả khi AP/PCP và các STA khác trong BSS hỗ trợ, ví dụ, 2 MHz, 4 MHz, 8 MHz, 16 MHz, và/hoặc một hoặc nhiều chế độ vận hành dải thông kênh khác vượt quá chế độ vận hành dải thông kênh 1 MHz. Tất cả sự nhận biết sóng mang, cũng như các thiết lập NAV, phụ thuộc vào tình trạng kênh chính; tức là, nếu kênh chính bận, ví dụ, do STA chỉ hỗ trợ chế độ vận hành 1 MHz hiện đang phát đến AP, thì toàn bộ các băng tần khả dụng đều được coi là bận ngay cả khi phần lớn trong số chúng đang rỗi và sẵn sàng.

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

Để cải thiện hiệu suất phổ, 802.11ac đã đưa khái niệm về truyền dẫn đa nhập đa xuất (MIMO) đa người dùng (MU) (MU-MIMO) đường xuống (DL) đến nhiều STA trong khung thời gian của cùng ký hiệu, ví dụ, trong ký hiệu OFDM đường xuống. Khả năng sử dụng MU-MIMO đường xuống hiện cũng được xem xét đối với 802.11ah. Có thể lưu ý rằng vì MU-MIMO đường xuống, khi nó được sử dụng trong 802.11ac, sử dụng cùng định thời ký hiệu cho nhiều STA, sự nhiễu truyền dẫn dạng sóng đến nhiều STA không phải là vấn đề. Tuy nhiên, tất cả STA có trong truyền dẫn MU-MIMO với AP/PCP phải sử dụng cùng kênh hoặc băng thông, điều này giới hạn dải thông vận hành trong giải thông kênh nhỏ nhất được hỗ trợ bởi các STA có trong truyền dẫn MU-MIMO với AP/PCP.

802.11ad

802.11ad là sự sửa đổi chuẩn WLAN, xác định các tầng MAC và PHY cho thông lượng cực cao (VHT) trong băng thông 60 GHz.

802.11ad có các tính năng sau:

1. 802.11ad hỗ trợ tốc độ dữ liệu lên đến 7 gigabit (Gbit) cho mỗi giây (s) (Gbit/s).
2. 802.11ad hỗ trợ 3 chế độ điều chế khác nhau:
 - a. PHY điều khiển với đơn sóng mang và trải phổ;
 - b. PHY đơn sóng mang; và
 - c. OFDM PHY.
3. 802.11ad sử dụng băng thông không được cấp phép 60 gigahec (GHz) có trên toàn cầu. Ở 60 GHz, bước sóng là 5 milimét (mm), giúp cho các anten nhỏ và mạng anten khả thi. Anten này có thể tạo các chùm tần số vô tuyến (RF) hẹp ở bộ thu và bộ phát, tăng phạm vi phủ sóng và giảm nhiễu hiệu quả.
4. 802.11ad có cấu trúc khung tạo điều kiện cho cơ chế hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu (phát hiện và theo dõi). Giao thức hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu bao gồm hai thành phần: quy trình quét cấp độ khu vực (SLS) và quy trình giao thức lọc chùm (BRP). Quy trình SLS được sử dụng để hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu phát; quy trình BRP kích hoạt hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu thu cũng như lọc lặp lại chùm tín hiệu thu và phát.

Các truyền dẫn MIMO, bao gồm cả MU-MIMO và (SU)-MIMO một người dùng, không được 802.11ad hỗ trợ.

Các định dạng PPDU 802.11ad

Theo HÌNH 1, 802.11ad hỗ trợ 3 định dạng PPDU, là PHY điều khiển, PHY đơn sóng mang (SC), và OFDM PHY PPDU. Các định dạng PPDU 50 trong HÌNH 1.

PHY điều khiển 802.11ad

Theo HÌNH 2, PHY điều khiển được xác định trong 802.11ad là sự truyền dẫn tốc độ dữ liệu thấp nhất. Các khung phải được phát trước khi hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu có thể sử dụng PHY PPDU điều khiển. Trong 802.11ad, sơ đồ truyền dẫn 100 của PHY điều khiển được trình bày trong HÌNH 2.

Quét cấp độ khu vực (SLS)

Trong HÌNH 3, quy trình hướng dẫn SLS mẫu 110 được minh họa.

Quy trình hướng dẫn SLS có thể được thực hiện bằng cách sử dụng khung báo hiệu hoặc khung SSW. Khi khung báo hiệu được sử dụng, AP lặp lại khung báo hiệu với nhiều chùm/khu vực trong mỗi khoảng báo hiệu (BI) và nhiều STA có thể thực hiện hướng dẫn BF đồng thời. Tuy nhiên, do kích cỡ khung báo hiệu, không thể đảm bảo rằng AP có thể quét tất cả khu vực/chùm trong một BI. Vì vậy, STA có thể cần chờ nhiều BI để hoàn tất hướng dẫn ISS, và độ trễ có thể là vấn đề. Khung SSW 120 có thể được sử dụng để hướng dẫn BF điểm nối điểm. Trong HÌNH 4, khung SSW có thể được phát bằng cách sử dụng PHY điều khiển và định dạng khung được minh họa trong HÌNH 4.

Cấu trúc trường SSW mẫu (định dạng) 130 được xác định trong HÌNH 5.

Trường phản hồi SSW mẫu thứ nhất 140 được minh họa trong HÌNH 6A. Điều này tương ứng với thời điểm trường này được phát dưới dạng một phần ISS.

Trường phản hồi SSW mẫu thứ hai 150 được minh họa trong HÌNH 6B. Điều này tương ứng với thời điểm trường này không được phát dưới dạng một phần ISS.

Giao thức lọc chùm (BRP)

Lọc chùm là quy trình mà STA có thể cải thiện cấu hình anten của nó (hoặc vector trọng số anten) cho cả thu và phát. Trong quy trình lọc chùm, các gói BRP được sử dụng

để hướng dẫn anten bộ thu và phát. Có hai loại gói BRP: Các gói BRP-RX và các gói BRP-TX. Theo HÌNH 7, gói BRP 160 có thể được thực hiện bởi DMG PPDU, tiếp theo là trường hướng dẫn chứa trường AGC và trường hướng dẫn bộ thu hoặc bộ phát như được minh họa trong HÌNH 7.

Giá trị N trong HÌNH 7 là độ dài hướng dẫn được cho trong phần đầu được lưu tập tin, cho biết rằng AGC có các trường con 4N và trường TRN-R/T có các trường con 5N. Trường con CE giống với trường trong đoạn mở đầu được mô tả trong phần trước. Tất cả trường con trong trường hướng dẫn chùm được phát bằng cách điều chế $\pi/2$ -BPSK luân phiên.

Khung BRP MAC là khung hành động không có ACK (Action No ACK) có các trường sau:

- Loại
- Hành động DMG không được bảo vệ
- Mã thông báo hội thoại
- Trường yêu cầu BRP
- Phần tử lọc chùm DMG
- Phần tử phản hồi đo lường kênh 1
- ...
- Phần tử phản hồi đo lường kênh k

802.11ay (TGay)

Các yêu cầu về 802.11ay

Task Group ay (TGay), được IEEE chấp thuận vào tháng 3, 2015, dự kiến sẽ phát triển phương án sửa đổi xác định các cải biến được chuẩn hóa cho cả tầng vật lý (PHY) IEEE 802.11 và tầng điều khiển truy nhập môi trường (MAC) IEEE 802.11 kích hoạt ít nhất một chế độ vận hành có khả năng hỗ trợ thông lượng tối đa là ít nhất 20 gigabit mỗi giây (được đo tại điểm truy nhập dịch vụ dữ liệu MAC), đồng thời duy trì hoặc cải thiện hiệu quả công suất cho mỗi trạm. Sự sửa đổi này cũng xác định các hoạt động cho băng thông được miễn cấp phép trên 45 GHz, đồng thời đảm bảo khả năng tương thích ngược và sự đồng tồn tại với các trạm đa gigabit định hướng kế thừa

(được xác định bởi phương án sửa đổi IEEE 802.11ad-2012) hoạt động trong cùng băng thông.

Mặc dù thông lượng tối đa cao hơn nhiều so với thông lượng của 802.11ad là mục tiêu chính của TGA, một số thành viên của nhóm cũng thảo luận về sự hỗ trợ ngoài trời và khả năng di động. Trên mười trường hợp sử dụng khác nhau được xem xét và phân tích về thông lượng, độ trễ, môi trường hoạt động và các ứng dụng [5],

Vì 802.11ay sẽ hoạt động trong cùng băng thông như các chuẩn kế thừa, công nghệ mới cần phải đảm bảo khả năng tương thích ngược và sự đồng tồn tại với các kế thừa trong cùng băng thông.

Định dạng PPDU 802.11ay

Đã có sự nhất trí là PPDU 802.11ay chứa phần kế thừa và phần EDMG (Đa bit định hướng nâng cao). Trong HÌNH 8, định dạng PPDU chi tiết 170 được minh họa. Các trường L-STF, L-CEF, L-Phần đầu và EDMG-Phần đầu-A được phát bằng cách sử dụng chế độ SC cho khả năng tương thích ngược. Cuộc họp IEEE vào tháng 1, 2016 đã thống nhất rằng:

Đối với chế độ điều khiển PPDU, các bit dành riêng 22 và 23 sẽ được thiết lập là 1 để chỉ báo sự hiện diện của trường EDMG-Phần đầu-A.

Đối với PPDU chế độ SC hoặc PPDU chế độ OFDM, bit dành riêng 46 sẽ được thiết lập là 1 để chỉ báo sự hiện diện của trường EDMG-Phần đầu-A.

Tiền mã hóa sóng milimét

Tiền mã hóa tại các tần số sóng milimét có thể là số, tương tự hoặc hỗn hợp số và tương tự [6],

Tiền mã hóa số: Tiền mã hóa số là chính xác và có thể kết hợp với sự cân bằng. Nó kích hoạt tiền mã hóa một người dùng (SU), nhiều người dùng (MU), và nhiều ô, và thường được sử dụng trong 6 GHz phụ, ví dụ, trong IEEE 802.11n và bên ngoài và trong 3GPP LTE và bên ngoài. Tuy nhiên, trong các tần số sóng milimét, sự xuất hiện số lượng chuỗi RF giới hạn so với các phần tử anten và tính chất thừa thớt của kênh làm cho việc sử dụng điều hướng chùm tín hiệu số trở nên phức tạp.

Điều hướng chùm tín hiệu tương tự: Điều hướng chùm tín hiệu tương tự khắc phục vấn đề số lượng chuỗi RF giới hạn bằng cách sử dụng các bộ dịch chuyển pha tương tự trên mỗi phần tử anten. Nó được sử dụng trong IEEE 802.11ad trong quá

trình Quét cấp độ khu vực (giúp xác định khu vực tốt nhất), Lọc chùm (lọc khu vực cho chùm anten), và theo dõi chùm (điều chỉnh các chùm phụ theo thời gian để xem xét bất kỳ thay đổi nào trong kênh). Điều hướng chùm tín hiệu tương tự cũng được sử dụng trong IEEE 802.15.3. Trong trường hợp này, thuật toán hướng dẫn chùm tìm kiếm nhiệm vụ phân sử dụng bảng mã điều hướng chùm tín hiệu đa phân giải phân tầng được sử dụng. Điều hướng chùm tín hiệu tương tự thường được giới hạn ở truyền dẫn một luồng.

Điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp: Trong điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp, bộ tiền mã hóa được phân chia giữa miền số và miền tương tự. Mỗi miền có ma trận tiền mã hóa và ma trận kết hợp với các ràng buộc cấu trúc khác nhau, ví dụ, ràng buộc các môđun không đối đối với các ma trận kết hợp trong miền tương tự. Thiết kế này cùng với sự phức tạp của phần cứng sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất hệ thống. Điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp có thể đạt được hiệu suất tiền mã hóa số do tính chất thừa thớt của kênh và hỗ trợ ghép kênh nhiều người dùng/nhiều luồng. Tuy nhiên, nó bị giới hạn bởi số lượng chuỗi RF.

Điều này có thể không phải là vấn đề khi các kênh sóng mmWave thừa thớt trong miền góc, vì vậy sự giới hạn này có thể không quan trọng.

Các phương pháp điều hướng chùm tín hiệu tương tự nhiều anten dành cho 802.11ad+

Dựa trên các vấn đề mà điều hướng chùm tín hiệu tương tự đã phát hiện trong IEEE 802.11ad, các phương pháp điều hướng chùm tín hiệu tương tự dành cho 802.11ad+/802.11ay đã được thảo luận trong [7], các phương thức triển khai đã thảo luận bao gồm:

- Phân tập không gian với chuyển mạch chùm tín hiệu.
- Phân tập không gian với một chùm tín hiệu.
- Hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu đa đường có trọng số.
- Đa truy nhập phân chia theo chùm tín hiệu.
- Ghép kênh không gian một người dùng.
- Phân đầu hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu giảm

Hai kiến trúc được trình bày trong [7], một kiến trúc với tất cả anten vật lý (PA) 180 được kích thích bởi tất cả trọng số (được minh họa trong HÌNH 9), trong khi kiến trúc thứ hai có các PA 190 khác nhau được kích thích bởi các trọng số riêng biệt (được minh họa trong HÌNH 10).

Trong sáng chế này, các phương án dành cho IEEE 802.11ad+/ay sử dụng các tổ hợp tiền mã hóa số và tương tự (tiền mã hóa sóng mmWave hỗn hợp) để kích hoạt truyền dẫn nhiều luồng/nhiều người dùng được mô tả.

MIMO vòng hở so với vòng kín đối với ghép kênh không gian

Các kỹ thuật MIMO dựa trên thông tin trạng thái kênh (CSI) thường được sử dụng trong các mạng có nhiều anten ở bộ phát và bộ thu để cải thiện hiệu suất phổ. Các kỹ thuật thường được thực hiện bằng cách sử dụng bộ tiền mã hóa phụ thuộc CSI ở bộ phát và cơ cấu để phản hồi CSI được đo ở bộ thu hoặc, giả định tính thuận nghịch của kênh, ở bộ phát khi thu phản hồi về thông tin khác từ bộ thu. Tuy nhiên, đối với các hệ thống mmW, có thể quá phức tạp để thực hiện quy trình vòng kín do dải thông quá rộng. Một số người có thể tranh luận rằng, vì trong hệ thống mmW, anten bộ phát có thể tạo các chùm tín hiệu rất hẹp nên khi điều chỉnh các cặp anten phát và thu, sự nhiễu liên kết chéo sẽ yếu hoặc không có nhiễu liên kết chéo giữa các chùm tín hiệu. Nếu gặp trường hợp này, ma trận kênh MIMO sẽ ở dạng đường chéo, do đó chỉ sử dụng phương thức ghép kênh vòng hở là đủ. Tuy nhiên, từ các kết quả mô phỏng thu được từ các trường hợp được xác định trong mô hình kênh 802.11ad với cấu hình anten liên kết, khả năng có ma trận kênh phi trực giao là rất cao. Điều này có nghĩa là việc sử dụng phương thức MIMO vòng kín (ví dụ, tiền mã hóa kênh dựa trên CSI) để ghép kênh không gian vẫn mang lại lợi ích. HÌNH 11 minh họa sự phân bố (hàm phân bố lũy tích - CDF) các giá trị tuyệt đối của các số hạng ngoài đường chéo (các mục nhập ngoài đường chéo của ma trận HH^H) của 1000 lần thực hiện kênh cho 5 trường hợp khác nhau (máy tính xách tay xa ngăn buồng, máy tính xách tay gần ngăn buồng, STA phòng hội nghị đến AP, STA phòng hội nghị đến STA, phòng khách).

Đề xuất giao thức điều hướng chùm tín hiệu MU-MIMO của 802.11ay

Giao thức điều hướng chùm tín hiệu được đề xuất là kích hoạt MU-MIMO trong 802.11ay [8]. Giao thức này bao gồm các pha sau đây, được thực hiện theo thứ tự:

Pha 1: Pha SISO (bắt buộc). Lưu ý trong pha này, khung Quét khu vực ngăn

(SSW) được sử dụng và ID nhóm có thể được sử dụng để giải quyết nhiều STA cùng lúc. Phản hồi dựa trên bước kiểm tra vòng từng thành viên của nhóm. Phản tử phản hồi đo lường kênh, hoặc phiên bản được cải biến của nó, có trong khung phản hồi thiết lập DMG SISO và bao gồm danh sách anten/khu vực I-TXSS được thu và SNR/RSSI tương ứng cho mỗi anten thu.

Pha 2: Pha MIMO (bắt buộc). Pha MIMO 200 bao gồm các pha phụ sau đây, cũng được minh họa trong HÌNH 12A:

- Thiết lập BF: Thiết bị khởi tạo 210 phát thông tin thiết lập này trong tập hợp khung tối thiểu trong các anten/khu vực khác nhau (đủ để tiếp cận tất cả thiết bị trả lời 220).
- Thiết bị khởi tạo 210 phát hướng dẫn BF MU-MIMO, đây là các khung BRP với trường hướng dẫn RX kèm theo.
- Thiết bị khởi tạo kiểm tra vòng các FB MU-MIMO (chỉ báo các trường và định dạng FB) và thiết bị trả lời đáp lại với các phản hồi MU-MIMO.
- Thiết bị khởi tạo 210 phát lựa chọn MU-MIMO cho các tập hợp cấu hình truyền dẫn MU đến tất cả thiết bị trả lời trong tập hợp khung tối thiểu (đủ để tiếp cận tất cả thiết bị trả lời dự tính).

HÌNH 12B minh họa sơ đồ chuỗi 230 cho các truyền dẫn pha 1 và pha 2.

Số chiều không gian của phản hồi BRP cho 802.11ay

Trong 802.11ad, BRP chọn các kênh hiệu quả nhất và tùy chọn phản hồi kênh thực. Nó khác với SLS bằng cách cho phép phản hồi tất cả phép đo.

Phản hồi 11ad hiện tại gửi lại các chiều không gian sau:

- Anten PAA/eDMG: thu được trong 802.11ad
- Độ trễ tap hoặc thời gian: thu được trong 802.11ad (xem Bảng 1 bên dưới)

Đo lường kênh

Phản tử phản hồi

11ad	ID phản tử		
------	------------	--	--

Độ dài		
SNR	SNR1	8 bit
	SNR2	8 bit
		8 bit
	SNR (Nmeasure)	8 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1 Đo lường kênh 2	Ntap x 16 bit
	Đo lường kênh (Nmeasure)	Ntap x 16 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	8 bit
	độ trễ tương đối 2	8 bit
		8 bit
	độ trễ tương đối (Ntap)	8 bit
Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực	6 bit
	ID1 anten	2 bit
	ID khu vực (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten (Nmeasure/Nbeam)	2 bit

Bảng 1.

- Nmeasure: số lượng phần tử TRN-T
- Chiều thời gian được thu trong Ntap
- Chiều PAA được thu trong số lượng phần tử SNR đã gửi

Đối với 11 ay, cùng với sự bổ sung phân cực và sử dụng truyền dẫn nhiều anten,

các chiều bổ sung được cung cấp trở lại trong một số phương án được mô tả trong tài liệu này. Ngoài ra, các phương pháp giảm lượng phản hồi được cung cấp.

BRP được tăng cường cho 802.11ay

Với yêu cầu về truyền dẫn MIMO, BRP có thể được cập nhật để kích hoạt nhận dạng nhiều chùm tín hiệu từ các khu vực được xác định từ SLS hoặc SLS được tăng cường. Ngoài ra, các phương pháp phản hồi hiệu quả được cung cấp để kích hoạt nhận dạng kênh băng gốc để cho phép thiết kế bộ tiền giải mã.

Phản hồi băng gốc cho SU-MIMO và MU-MIMO trong điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp 802.11ay

Trong điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp, bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc hoặc bộ tiền mã hóa được sử dụng với bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự để cải thiện hiệu suất chung. Trong các trường hợp có một số thay đổi trong kênh mà không có bất kỳ thay đổi nào trong bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự được sử dụng, cơ cấu phản hồi được mô tả trong bản mô tả này dành cho phản hồi của kênh hiệu quả mà không cần quy trình BRP phức tạp. Điều này liên quan đến việc theo dõi băng gốc của liên kết. Ví dụ, các pha SISO và MIMO được trình bày trong [8] thiết lập truyền dẫn tương tự. Có thể sử dụng pha bổ sung để kích hoạt theo dõi kênh băng gốc mà không cần khởi tạo lại các pha thiết lập tương tự. Điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp có thể bao gồm sản phẩm kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} . Điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp có thể được biểu diễn như sau:

$$Y = H F_A F_{BB} X + n; \text{ trong đó } H_{BB} = H F_A$$

Như trình bày bên trên, H = kênh, H_{BB} = kênh băng gốc hiệu quả, F_A = bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự, F_{BB} = bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc, F = bộ tiền mã hóa băng gốc lý tưởng, và $F_A F_{BB}$ = bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp, và $F_A F_{BB} \approx F$. Trong một trường hợp, bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự F_A và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} có thể chưa được xác định. Kênh H có thể được ước tính. Bộ tiền mã hóa băng gốc lý tưởng F có thể được thiết kế cho kênh H . Thiết kế

giữa bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự F_A và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} có thể được dẫn xuất từ bộ tiền mã hóa băng gốc lý tưởng F . Trong trường hợp khác, bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự F_A và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} có thể chưa được xác định, và có thể ước tính kênh H . Tiếp theo, có thể thiết kế bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự F_A và có thể tính kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} . Có thể thiết kế bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} từ kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} . Trong trường hợp khác, bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự F_A và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} có thể chưa được xác định. Kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} có thể được ước tính, và bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu băng gốc F_{BB} có thể được thiết kế từ kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} . Sáng chế này có thể ước tính kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} một cách hiệu quả hơn bằng cách loại trừ các trường hướng dẫn đến bộ thu (TRN) bổ sung từ các gói hướng dẫn được gửi từ thiết bị khởi tạo 210 đến thiết bị trả lời 220. Trong gói hướng dẫn tối ưu, các trường TRN bổ sung bị loại bỏ để kích hoạt kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} để được ước tính hiệu quả hơn. HÌNH 12C và 12D trình bày các gói hướng dẫn tối ưu mà trong đó các trường TRN bổ sung bị loại bỏ để cho phép kênh băng gốc hiệu quả H_{BB} được ước tính hiệu quả hơn. Trong một số phương án, thiết bị trả lời có thể bao gồm bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự được tạo cấu hình với các hệ số chùm tương tự được xác định trước. Bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự tạo tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu bằng cách xử lý gói hướng dẫn đã thu với các hệ số chùm tương tự được xác định trước. Phần bộ thu của thiết bị trả lời cũng có thể bao gồm bộ xử lý gói. Bộ xử lý gói được tạo cấu hình để nhận dạng sự hiện diện của thông số theo dõi băng gốc số (DBC) chỉ báo rằng cần thực hiện theo dõi DBC. Thiết bị trả lời cũng có thể bao gồm bộ xử lý tín hiệu băng gốc được tạo cấu hình để xác định ước tính DBC từ tín hiệu hướng dẫn không được tiền mã hóa trong tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu. Ngoài ra, thiết bị trả lời bao gồm bộ phát được tạo cấu hình để phát thông báo phản hồi có dữ liệu bộ tiền mã hóa của bộ phát dựa trên ước tính DBC.

Phản hồi được kiểm tra vòng

Trong ngữ cảnh có nhiều STA, phản hồi dựa trên kiểm tra vòng mặc dù đơn giản và mạnh, có thể không hiệu quả. Để cải thiện hiệu quả, nhiều STA có thể được kiểm tra vòng đồng thời. Các phương pháp được bộc lộ trong tài liệu này để đảm bảo sự phân chia đúng và để quản lý phản hồi trong các trường hợp mà độ dài của các khung phản hồi có thể khác nhau. Lưu ý rằng sự chênh lệch trong phản hồi có thể vì

(a) MCS được sử dụng, và/hoặc (b) sự chênh lệch trong số lượng anten thu tại STA.

Phương án

Các quy trình giao thức lọc chùm tăng cường

Để nhận dạng nhiều chùm tín hiệu được sử dụng trong bộ thu và bộ phát khi tạo kiến trúc sóng milimét nhiều anten và để nhận dạng các thành phần thẳng và chéo nhau của kênh hiệu quả giữa chúng, sáng chế này mô tả quy trình BRP đường gốc được cải thiện từ quy trình được đề xuất trong 802.11ad và các thay đổi phản hồi BRP được cung cấp để truyền dẫn nhiều anten. Sáng chế mô tả nhiều phương án về các phương pháp tăng cường BRP, bao gồm:

BRP tăng cường toàn diện: Trong phương pháp này, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể quét qua tất cả chùm phát và chùm thu trong tất cả khu vực. Thiết bị trả lời có thể phản hồi tất cả phần tử kênh và khi đó AP có thể sử dụng phản hồi để xây dựng kênh ở bộ phát.

BRP tăng cường nhiều giai đoạn: Trong phương pháp này, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể quét qua tất cả chùm phát và chùm thu và nhận dạng cặp tốt nhất. Khi đó cặp tốt nhất có thể được cố định và bộ phát/bộ thu quét qua tất cả chùm khác và ước tính cặp tốt nhất tiếp theo cặp thứ nhất. Quy trình này có thể tiếp tục đến khi đạt được tổng số luồng mong muốn.

BRP tăng cường toàn diện với bước quét nhiều chùm tín hiệu: Trong phương pháp này, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể quét qua các nhóm chùm phát và chùm thu (ví dụ trong các cặp để truyền dẫn 2 luồng) trong tất cả khu vực. Thiết bị trả lời có thể phản hồi tất cả thông tin hoặc có thể chỉ nhận dạng và phản hồi các nhóm chùm tốt nhất. Đây là hỗn hợp giữa BRP và SLS thuần túy.

HÌNH 13 mô tả dung lượng đường liên kết dưới dạng hàm của mức lọc chùm. Để minh họa lợi ích của quy trình BRP tăng cường, HÌNH 13 trình bày dung lượng tính bằng bps/Hz cho hệ thống quét hai chùm toàn diện. Trục x trình bày các mức lọc chùm liên tục, trong đó mỗi mức lọc được xác định bởi góc mở rộng và độ rộng của mỗi chùm được trình bày trong Bảng 2.

Trong ví dụ này, các chùm được tìm kiếm toàn diện với số đo nhiều anten. Có thể thấy, dung lượng đạt được tăng lên cùng với việc lọc tăng. Bảng 2 bên dưới mô tả

mối quan hệ giữa mức lọc và độ rộng góc và độ rộng chùm tương ứng

Mức	V-Pol		H-Pol	
	Độ rộng	Độ rộng chùm	Độ rộng	độ rộng chùm
1	180	45	360	360
2	180	45	180	45
3	90	22,5	180	45
4	90	22,5	90	22,5
5	45	11,25	90	22,5
6	45	11,25	45	11,25
7	22,5	5,625	45	11,25
8	22,5	5,625	22,5	5,625

Bảng 2.

HÌNH 14 trình bày độ lợi dung lượng đường liên kết của SU-MIMO vòng kín trên vòng hở cho cấu hình anten #3 với anten phân cực tròn. Các trường hợp 1-5 của HÌNH 15A-15E thể hiện các tình huống: 1) máy tính xách tay xa ngăn buồng, 2) máy tính xách tay gần ngăn buồng, 3) trạm phòng hội nghị đến AP, 4) trạm phòng hội nghị đến trạm, và 5) phòng khách. Các kết quả này cho thấy SU-MIMO vòng kín có thể cung cấp lên đến thêm 50 % độ lợi dung lượng so với SU-MIMO vòng hở.

Từ các kết quả được trình bày trong HÌNH 14, có thể cần có phản hồi đúng để cung cấp bộ tiền mã hóa số khai thác các thành phần chéo nhau thu được trong kênh MIMO từ bộ tạo điều hướng chùm tín hiệu tương tự.

Số chiều không gian của phản hồi và các cấu hình 802.11ay

Trong 802.11ad, PAA/eDMG và độ trễ tap hoặc thời gian thu được trong phản hồi BRP. Mỗi chùm, PAA, mạng anten eDMG hoặc phép đo kênh phản hồi độ trễ tap hoặc thời gian phức tạp N. Để kích hoạt phản hồi đúng trong 802.11ay, các phương

pháp được mô tả trong bản mô tả này thu số chiều không gian bổ sung đạt được bằng cách cho phép truyền dẫn nhiều luồng (hoặc thông qua việc sử dụng các thành phần kênh đến cùng PAA từ các hướng khác nhau, các thành phần kênh đến trên các phân cực khác nhau hoặc các thành phần kênh đi đến các anten PAA/eDMG khác nhau). Các phương án khác cung cấp các chiều không gian phản hồi bổ sung để đạt được việc sử dụng phân cực anten và/hoặc sử dụng nhiều PAA cùng lúc trong khi truyền dẫn.

a. Nếu cả hai phân cực hiện diện, kênh hiệu quả là 2×2 cho mỗi chiều thời gian (để đạt được phân biệt phân cực chéo (xPD)).

b. Nếu chỉ phân cực thẳng đứng hoặc ngang hiện diện, kênh hiệu quả là 1×1 cho mỗi chiều thời gian.

c. Lưu ý rằng đối với cấu hình nhiều PAA, các chiều PAA và phân cực có thể được thu gọn. Ví dụ, trong cấu hình #4, hệ thống có thể sử dụng phản hồi phức tạp 4×4 .

Để minh họa các chiều phản hồi bổ sung được cung cấp trong bản mô tả này, các cấu hình đã được thảo luận trong 802.11ay sẽ được mô tả và các phương án có các chiều được áp dụng cho mỗi cấu hình được mô tả.

Cấu hình 1 của HÌNH 15A:

Trong cấu hình này, mỗi phần tử có phân cực đơn (thẳng đứng hoặc ngang). Truyền dẫn nhiều luồng được tạo bằng cách định hướng các chùm tín hiệu đến các thành phần kênh đến từ các hướng khác nhau (và đến theo các độ trễ tap khác nhau). Mạng 1105, các luồng tín hiệu 1114, 1116, bộ dịch chuyển pha 1120, và phần tử PAA 1110 được minh họa. Tiếp theo, các thiết bị 1124b, 1128b, và các chùm tín hiệu 1126b và 1130b được minh họa. Ngoài ra, các thiết bị 1124a, 1128a và các chùm 1126a và 1130a được minh họa. Các chùm có các phân cực V, H. Trong trường hợp này, số chiều không gian là

1×1 cho mỗi chiều thời gian, cho mỗi PAA

Tổng thể: 1×1 cho mỗi chiều thời gian

Cấu hình 2 của HÌNH 15B

Trong cấu hình này, mỗi phần tử có phân cực đôi (thẳng đứng và ngang). Truyền dẫn nhiều luồng được tạo bằng cách định hướng các chùm tín hiệu đến các thành phần

kênh đến từ các hướng khác nhau (và đến các độ trễ tap khác nhau) và đến trên các phân cực khác nhau. Các thiết bị 1124c, 1128c, và các phân cực 1126c và 1130c được minh họa. Tiếp theo, các thiết bị 1124d và 1128d, và các chùm tín hiệu 1126d và 1130d được minh họa. Ngoài ra, các thiết bị 1124f, 1128f, và các chùm tín hiệu 1126f và 1130f được minh họa. Hình 15B cũng minh họa các thiết bị 1124e, 1128e, và các chùm tín hiệu 1126e và 1130e. Các chùm có các phân cực V, H. Trong trường hợp này, số chiều không gian là

$x 2$ cho mỗi chiều thời gian, cho mỗi PAA

Tổng thể: 2×2 cho mỗi chiều thời gian

Cấu hình 3 của HÌNH 15C

Trong cấu hình này, mỗi phân tử có phân cực V, H dọc hoặc ngang với nhiều PAA. Truyền dẫn nhiều luồng được tạo bằng cách định hướng các chùm tín hiệu giữa các PAA. Các thành phần kênh trên mỗi PAA có thể đến từ nhiều hướng khác nhau (và đến tại các độ trễ tap khác nhau). HÌNH 15C minh họa các trung tâm mạng 1105a, 1105b. HÌNH 15C cũng minh họa các thiết bị 1124 g, 1128 g, và các chùm 1126 g, 1130g. Tiếp theo, các thiết bị 1124h, 1128 h và các chùm tín hiệu 1124h, 1130 h được minh họa. Ngoài ra, các thiết bị 1124i, 1128i, và các chùm tín hiệu 1126i, 1130i được minh họa. HÌNH 15C cũng minh họa các thiết bị 1124j, 1128j, và các chùm tín hiệu 1126j, 1130j. Các chùm tín hiệu có các phân cực V, H. Khoảng cách d giữa các trung tâm mạng 1105a, 1105b cũng được minh họa. Trong trường hợp này, số chiều không gian là

1×1 cho mỗi chiều thời gian, cho mỗi PAA

Tổng thể: 2×2 cho mỗi chiều thời gian

Cấu hình 4 của HÌNH 15D

Trong cấu hình này, mỗi phân tử có phân cực đôi (dọc và ngang) với nhiều PAA. Truyền dẫn nhiều luồng được tạo bằng cách định hướng các chùm tín hiệu đến các thành phần kênh đến từ các hướng khác nhau (và đến tại các độ trễ tap khác nhau) và đến trên các phân cực khác nhau từ các PAA khác nhau. HÌNH 15D minh họa các luồng tín hiệu 1215, 1217. Tiếp theo, các thiết bị 1124k, 1128k, và các chùm tín hiệu 1126k, 1127k, 1130k và 1131k. Tiếp theo, các thiết bị 1124l, 1128 l và các chùm tín hiệu

hiệu 1126l, 1127l, 1130 l và 1131 l được minh họa. Ngoài ra, các thiết bị 1124m, 1128m, các chùm tín hiệu 1126m, 1127m, và các chùm tín hiệu 1130m, 1131 m được minh họa. HÌNH 15D cũng minh họa các thiết bị 1124n, 1128n, và các chùm tín hiệu 1126n, 1127n, 1130n, và 1131n. Các chùm có các phân cực V, H. Trong trường hợp này, số chiều không gian là

$x 2$ cho mỗi chiều thời gian, cho mỗi PAA

Tổng thể: 4×4 cho mỗi chiều thời gian

Cấu hình 5 của HÌNH 15E

Trong cấu hình này, mỗi phần tử tại bộ phát có phân cực dọc hoặc ngang trong khi mỗi phần tử ở bộ thu được phân cực đôi. HÌNH 15E minh họa các mạng 1206, 1207. Ngoài ra, các thiết bị 1124p, 1128p và chùm tín hiệu 1126p được minh họa. Ngoài ra, các thiết bị 1124o, 1128o và các chùm tín hiệu 1126o được minh họa. Các chùm có các phân cực V, H. Trong trường hợp này, sự truyền dẫn là luồng đơn với sự thu nhiều chiều tại bước thu. Trong trường hợp này, số chiều không gian là

1×2 cho mỗi chiều thời gian, cho mỗi PAA (SIMO)

Tổng thể: 1×2 cho mỗi chiều thời gian

Phản hồi về tìm kiếm toàn diện eBRP trong cấu hình #1

Trong phương án này, các phương pháp phản hồi về tìm kiếm toàn diện BRP được mô tả. Trong tìm kiếm toàn diện BRP, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể quét qua tất cả tổ hợp chùm phát và chùm thu trong các khu vực hoặc chùm được chọn bởi các quy trình quét cấp độ khu vực hoặc các quy trình lọc chùm.

Quy trình BRP có thể phản hồi cho tất cả kênh các phần tử kênh chéo và trực tiếp và thiết bị khởi tạo có thể sử dụng phản hồi để xây dựng kênh ở bộ phát cho thiết kế bộ tiền mã hóa băng gốc tiếp theo. Phản hồi được cập nhật cho trường hợp cấu hình #1 được trình bày sau đây:

- Các đặc trưng phản hồi
 - phần tử là 1×1
 - Chiều thời gian thu được bởi độ trễ tap
 - Có thể sử dụng sự nhận dạng ngầm hoặc rõ ràng về chùm thu do nhiều

lượng.

Phản hồi mẫu về tìm kiếm toàn diện được trình bày sau đây trong Bảng 3 với các phần tử phản hồi bổ sung được trình bày in đậm:

BRP toàn diện

(Tất cả chùm phát, tất cả chùm thu)

ID phần tử		
Độ dài		
SNR	SNR1	8 bit
	SNR2	8 bit
		8 bit
	SNR (Nmeasure)	8 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1 Đo lường kênh 2	Ntap x 16 bit
	Đo lường kênh (Nmeasure)	Ntap x 16 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	8 bit
	độ trễ tương đối 2	8 bit
	độ trễ tương đối (tap)	8 bit
		8 bit
Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực phát	6 bit
	ID1 anten phát	2 bit
	ID1 khu vực thu	6 bits
	Anten thu ID1	2 bits

	ID khu vực phát (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten phát (Nmeasure/Nbeam)	2 bit
	ID khu vực thu (Nmeasure/Nbeam)	6 bits
	ID anten thu (Nmeasure/Nbeam)	2 bits

Bảng 3

Trong một phương án, mỗi tap kênh được báo cáo dưới dạng cặp thành phần cùng pha và vuông pha, với mỗi giá trị thành phần được trình bày dưới dạng số bù hai giữa - 128 và 127. Điều này được trình bày trong Bảng 4 sau đây:

Trường	Dung lượng	Nghĩa
Tap thành phần tương đối I #1	$N_r \times N_t \times 8$ bit	Thành phần cùng pha của phản hồi xung MIMO cho Tap #1, so với biên độ của I hoặc Q mạnh nhất đo được
Tap thành phần tương đối Q #1	$N_r \times N_t \times 8$ bit	Thành phần vuông pha của phản hồi xung MIMO cho Tap #1, so với biên độ của I hoặc Q mạnh nhất đo được

Bảng 4

Ví dụ được trình bày trong HÌNH 16.

Các mức lọc chùm tăng, sự chênh lệch giữa kênh đo được ở mức trước và mức hiện tại giảm. Như vậy, phản hồi chênh lệch hoặc tăng dần có thể dẫn đến sự giảm phần đầu phản hồi khi độ rộng chùm tín hiệu giảm và kênh tiếp cận kênh thực. Sự giảm phần đầu cũng có thể có lợi cho việc theo dõi chùm tín hiệu.

Trong phương án này, các trường được cung cấp để:

- (a) Thay đổi động dung lượng độ rộng bit của phản hồi kênh. Điều này có thể được chỉ báo trong một hoặc nhiều trường bổ sung.
- (b) Chỉ báo trường đo lường kênh là chênh lệch. Lưu ý rằng các trường bổ sung

được cung cấp trong một số phương án để chỉ báo cặp TxID và RxID tạo đường gốc cho sự chênh lệch. Trong ví dụ này, các bit 16 bổ sung được phát tín hiệu cho cơ sở kết hợp với sự giảm độ rộng bit cho mỗi phản hồi tap kênh có thể dẫn đến sự giảm phản hồi tổng thể.

Trong phản hồi chênh lệch, STA phản hồi sự chênh lệch giữa các phép đo kênh trước và hiện tại. Khi sự chênh lệch giảm, phản hồi có thể được thu bởi các độ rộng bit nhỏ hơn. Trong trường hợp này, độ rộng bit của phản hồi có thể được cung cấp trở lại. Lưu ý rằng đối với trường hợp phản hồi chênh lệch, phản hồi gốc và phản hồi chênh lệch có thể là các phần trình bày rõ ràng về kênh gốc và kênh chênh lệch.

Trong phản hồi tăng dần, STA phản hồi chỉ số từ bảng mã trình bày sự chênh lệch giữa các phép đo kênh trước và hiện tại. Khi sự chênh lệch giảm, phản hồi có thể được thu bởi bảng mã nhỏ hơn. Trong trường hợp này, nhiều bảng mã có thể được xác định và bảng mã mà phản hồi ánh xạ đến có thể phải được cung cấp trở lại. Lưu ý rằng đối với trường hợp phản hồi tăng dần, phản hồi gốc và phản hồi tăng dần có thể là các phần trình bày ngụ ý về kênh gốc và kênh chênh lệch được các bảng mã khác nhau trình bày.

Để kích hoạt phản hồi chênh lệch hoặc tăng dần cho hệ thống sóng mm, các phần tử sau đây được xác định để sử dụng trong một số phương án: thông tin được cung cấp trở lại; kiểu phản hồi thông tin; và tham chiếu đường gốc.

Đối với thông tin được cung cấp trở lại:

- a. Thông tin chênh lệch có thể là SNR, phép đo kênh, độ trễ tap và ID khu vực của phản hồi đường gốc.
- b. Trong một ví dụ, thông tin chênh lệch được cung cấp trở lại có thể được cố định và xác định theo tiêu chuẩn (ví dụ, SNR, phép đo kênh và/hoặc độ trễ tap).
- c. Trong một ví dụ, thông tin phản hồi chênh lệch có thể được chọn thích ứng. Các khung phản hồi có thể được xác định để chỉ báo thông tin chênh lệch cụ thể được cung cấp trở lại.
- d. Trong một ví dụ, trường phát tín hiệu 3 bit có thể được xác định để chỉ báo thông tin cụ thể và thứ tự mà thông tin được cung cấp trở lại.

Đối với kiểu phản hồi thông tin:

- a. Khi có ba loại thông tin, cả phản hồi tức thời và phản hồi chênh lệch/tăng

dần đều có thể được sử dụng. Ví dụ, phản hồi kênh và SNR có thể là phản hồi chênh lệch trong khi phản hồi độ trễ tap có thể là phản hồi gốc.

b. Có thể cần phát tín hiệu để chỉ báo kiểu phản hồi thông tin trong trường hợp này.

Đối với tham chiếu đường gốc:

a. Phản hồi chênh lệch hoặc phản hồi tăng dần yêu cầu đường gốc để so sánh.

b. Trong một phương án, sự chênh lệch có thể dựa trên thời gian, trong đó các khung phản hồi chỉ các khung được cung cấp trở lại trước đó dưới dạng đường gốc. Trong trường hợp này, phản hồi không độc lập và có thể dẫn đến sự lan truyền lỗi nếu một trong các khung phản hồi trong trình tự bị mất.

i. Có thể giả định rằng, trong trường hợp này, ID trình tự khu vực và/hoặc độ trễ tap không thay đổi, và vì vậy không thể được cung cấp trở lại để giảm phần đầu.

Bảng 5 bên dưới trình bày khung mẫu với phản hồi tuyệt đối thích ứng và phản hồi chênh lệch/tăng dần.

ID phần tử		
Độ dài		
Loại	SNR, phép đo kênh, độ trễ	
SNR dung lượng	dung lượng phản hồi chênh lệch / chỉ số bảng mã	3
Đo lường dung lượng kênh	dung lượng phản hồi chênh lệch / chỉ số bảng mã	3
Độ trễ dung lượng	dung lượng phản hồi chênh lệch / chỉ số bảng mã	2
Loại SNR	tuyệt đối/chênh lệch	
Kiểu đo lường kênh	tuyệt đối/chênh lệch	
Kiểu độ trễ	tuyệt đối/chênh lệch	
SNR	SNR 1	3 bit

	SNR 2	3 bit
		3 bit
	SNR (Nmeasure)	3 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1 / Từ mã hiệu kênh 1 Đo lường kênh 2 / Từ mã hiệu kênh 2	Ntap x 3 bit
	Đo lường kênh (Nmeasure) / Từ mã hiệu kênh (Nmeasure)	Ntap x 3 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	2 bit
	độ trễ tương đối 2	2 bit
		2 bit
	độ trễ tương đối (tap)	2 bit
Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực phát	6 bits
	ID1 anten phát	2 bits
	ID1 khu vực thu	6 bits
	Anten thu ID1	2 bits
	ID khu vực phát (Nmeasure/Nbeam)	6 bits
	ID anten phát (Nmease/Nbeam)	2 bits
	ID khu vực thu (Nmeasure/Nbeam)	6 bits
	ID anten thu (Nmease/Nbeam)	2 bits

Bảng 5: Phản hồi tuyệt đối thích ứng và phản hồi chênh lệch/tăng dần mẫu

Các bảng (6, 7 và 8) bên dưới trình bày các khung mẫu cho SNR, phép đo kênh và độ trễ với một phản hồi chênh lệch thông tin và tham chiếu đường gốc ẩn. Bộ thu

giả định tất cả phần tử khác của phản hồi vẫn giữ nguyên.

ID phần tử		
Độ dài		
Loại	SNR	
Dung lượng	Dung lượng phản hồi chênh lệch	2 bit
SNR	SNR1	2 bit
	SNR2	
	SNR (Nmeasure)	2 bit

Bảng 6: Phản hồi chênh lệch SNR mẫu

ID phần tử		
Độ dài		
Loại	Đo lường kênh	
Dung lượng	Dung lượng phản hồi chênh lệch	2 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1	Ntap x 2 bit
	Đo lường kênh 2	
	Đo lường kênh (Nmeasure)	Ntap x 2 bit

Bảng 7: Phản hồi đo lường kênh SNR mẫu

ID phần tử		
Độ dài		
Loại	Độ trễ tương đối	

Dung lượng	Dung lượng phản hồi chênh lệch	3 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	3 bit
	độ trễ tương đối 2	3 bit
		3 bit
	độ trễ tương đối (tap)	3 bit

Bảng 8: Phản hồi chênh lệch độ trễ tương đối mẫu

Phản hồi về eBRP nhiều giai đoạn trong cấu hình #1

Trong phương án này, chúng tôi trình bày các phương pháp phản hồi về BRP nhiều giai đoạn. Trong BRP nhiều giai đoạn, trong mỗi BRP, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể chọn các chùm thu và phát trong các giai đoạn thay vì thực hiện tìm kiếm toàn diện.

Trong giai đoạn thứ nhất, chúng nhận dạng cặp thu phát tốt nhất. Sau đó chúng ấn định cặp tốt nhất và tìm cặp tốt nhất tiếp theo cặp thứ nhất. Quy trình này tiếp tục đến khi đạt được tổng số cặp mong muốn.

Phản hồi được cập nhật cho trường hợp cấu hình #1 được mô tả trong bản mô tả này.

Phương án này bao gồm các phương pháp phản hồi về tìm kiếm toàn diện BRP. Trong tìm kiếm toàn diện BRP, thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể quét qua tất cả chùm phát và chùm thu trong các khu vực hoặc chùm được chọn bởi các quy trình quét cấp độ khu vực hoặc các quy trình lọc chùm.

Quy trình BRP có thể phản hồi cho tất cả kênh các phân tử kênh chéo và trực tiếp và thiết bị khởi tạo có thể sử dụng phản hồi để xây dựng kênh ở bộ phát cho thiết kế bộ tiền mã hóa băng gốc tiếp theo. Phản hồi được cập nhật cho trường hợp cấu hình #1 được trình bày sau đây:

- a. Phản hồi cho giai đoạn 1 với tất cả chùm phát
 - i. Phần tử là 1x1; thời gian thu được trong độ trễ tap
 - ii. Cung cấp nhận dạng chùm thu ẩn hoặc rõ ràng
- b. Phản hồi và ấn định chùm thu/phát

c. Phản hồi cho giai đoạn 2: BRP cho các chùm khác với chùm thứ nhất được ấn định

i. Phương án 1: Phần tử là 2×2 ; thời gian thu được trong độ trễ tap

ii. Phương án 2: Chùm tín hiệu của giai đoạn 1 lưu trữ tất cả kênh chùm chéo.

Trong phản hồi kênh 1×2 trong giai đoạn 2, kênh MIMO có thể được xây dựng

iii. Cung cấp nhận dạng chùm thu

d. Chọn kênh MIMO tốt nhất

e. Phản hồi mẫu được trình bày trong Bảng 9, ví dụ, phản hồi eBRP nhiều giai đoạn:

BRP cho tất cả chùm phát,

chùm thu đơn (bước 1)

ID phần tử		
Độ dài		
SNR	SNR1 SNR2 SNR (Nmeasure)	8 bit 9 bit 10 bit 11 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1 Đo lường kênh 2 Đo lường kênh (Nmeasure)	Ntap x 16 bit Ntap x 16 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1 độ trễ tương đối 2 độ trễ tương đối (Nmeasure)	8 bit 8 bit 8 bit 8 bit

Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực phát	6 bit
	ID1 anten phát	2 bits
	ID1 khu vực thu	
	Anten thu ID1	
	ID khu vực phát (Nmeasure/Nbeam)	
	ID anten phát (Nmease/Nbeam)	
	ID khu vực thu (Nmeasure/Nbeam)	6 bit

Bảng 9

Lưu ý rằng phản hồi chênh lệch và phản hồi tăng dần có thể được sử dụng cho mỗi giai đoạn. Trong một ví dụ, giai đoạn 1 có thể sử dụng phản hồi không chênh lệch, sau đó giai đoạn 2 có thể lặp lại nhiều lần với lần thứ nhất không chênh lệch và các lần tiếp theo chênh lệch.

Phản hồi cho eBRP toàn diện với bước quét nhiều chùm trong cấu hình #1

Trái với phương pháp tìm kiếm toàn diện mà trong đó chùm đơn được quét qua, hệ thống có thể quét qua N chùm cùng lúc. Trong trường hợp này, phản hồi cũng được điều chỉnh để xem xét N chùm đồng thời. Có thể tuân theo quy trình sau đây:

- a. AP chỉ báo đến STA rằng nó hỗ trợ hệ thống 2 x2
- b. AP sẽ gửi TRN-T với 2 chùm trực giao
- c. STA sẽ quét qua 2 chùm thu cho mỗi phần tử TRN-T.
 - i. tính toán và truyền thông tin này
 - d. Phản hồi
 - i. Phản hồi SNR/dung lượng dành cho kênh MIMO
 - ii. Phần tử là 2x2 cho mỗi độ trễ thời gian
 - iii. Cung cấp nhận dạng 2 chùm thu
 - iv. Các phương án có thể phản hồi tất cả hoặc chùm tốt nhất

Phản hồi mẫu được trình bày trong các Bảng 10A và 10B cho eBRP toàn diện với bước quét nhiều chùm:

BRP cho tất cả cặp

chùm phát, tất cả cặp

chùm thu

thiết lập Ntx chùm x

ID phần tử		
Độ dài		
SNR	SNR1 eff; Cap eff1	8 bit
	SNR2 eff; Cap eff2	8 bit
		8 bit
	SNR3 eff; Cap eff3 (Nmeasure)	8 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1	Ntap x 2 x 2 x 16 bit
	Đo lường kênh 2	
	Đo lường kênh (Nmeasure)	Ntap x 2 x 2 x 16 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	8 bit
	độ trễ tương đối 2	8 bit
		8 bit
	độ trễ tương đối (Nmeasure)	8 bit
Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực phát 1	6 bit
	ID1 anten phát 1	2 bit
	ID1 khu vực thu 1	6 bit

	ID1 anten thu 1	2 bit
	ID2 khu vực phát 2	6 bit
	ID2 anten phát 2	2 bit
	ID2 khu vực thu 2	6 bit
	ID2 anten thu 2	2 bit
	ID1 khu vực phát (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten phát 1 (Nmease/Nbeam)	2 bit
	ID1 khu vực thu (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten thu 1 (Nmease/Nbeam)	2 bit
	ID khu vực phát 2 (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten phát 2 (Nmease/Nbeam)	2 bit
	ID khu vực thu 2 (Nmeasure/Nbeam)	6 bit
	ID anten thu 2 (Nmease/Nbeam)	2 bit

Bảng 10A

Tùy chọn 4 phản hồi tốt nhất

ID phần tử		
Độ dài		
SNR	SNR1 eff; Cap_eff1	8 bit
Đo lường kênh	Đo lường kênh 1	Ntap x Ntx_chùm x N_rx_chùm x 16 bit
Độ trễ tap	độ trễ tương đối 1	8 bit

	độ trễ tương đối Nmeasure	8 bit
Lệnh ID khu vực	ID1 khu vực phát 1	6 bit
	ID1 anten phát 1	2 bits
	ID1 khu vực thu 1	6 bit
	ID1 anten thu 1	2 bits
	ID1 khu vực phát 2	6 bit
	ID1 anten phát 2	2 bits
	ID1 khu vực thu 2	6 bit
	ID1 anten thu 2	2 bits

Bảng 10B

Lưu ý rằng các khung phản hồi chênh lệch và phản hồi tăng dần có thể được sử dụng trong trường hợp này.

Phản hồi eBRP cho cấu hình #2 đến cấu hình #5 của các HÌNH 15B-15E.

Đối với Cấu hình #2:

- Cấu hình này có cả phân cực ngang và dọc cho mỗi anten, ngụ ý các phần tử phản hồi 2 x 2 cho mỗi chiều thời gian.
- Trong phương pháp tìm kiếm toàn diện, hệ thống được tạo cấu hình để quét tất cả chùm dọc (V) hoặc ngang (H) ở thiết bị khởi tạo và ở thiết bị trả lời.
- Trong một phương án, phản hồi được thiết lập sao cho phân cực ở bộ phát nhận dạng phép đo 2 chiều ở thiết bị trả lời tương ứng với phân cực trực tiếp và phân cực chéo.
- Trong một phương án, các phân cực thu được đo và được cung cấp trở lại một cách riêng biệt dưới dạng các phép đo bổ sung.
- Đối với các cấu hình #3, #4, và #5, xác định các PAA bổ sung có thêm dung lượng anten eDMG bổ sung hoặc phép đo bổ sung cho các phương án được trình bày bên trên.
- Các phần tử phản hồi có thể được bổ sung cho mỗi anten PAA/eDMG

bổ sung hoặc chiều phân cực.

Phản hồi và theo dõi kênh băng gốc cho các đường liên kết được thiết lập

Trong các phương án trước, phản hồi cần cho quy trình BRP tăng cường được mô tả. Trong phương án khác, phản hồi cần cho tiền mã hóa băng gốc trong phương thức tiền mã hóa băng gốc hỗn hợp được mô tả. Lưu ý rằng đây là phản hồi xuất hiện sau khi thiết lập chùm tương tự. Điều này có thể sau khi lọc chùm tăng cường trong truyền dẫn SU-MIMO hoặc sau pha MU-MIMO [8] trong truyền dẫn MU-MIMO.

Sau phản hồi và BRP tăng cường ban đầu, AP có thể sử dụng phản hồi để tạo bộ tiền mã hóa băng gốc. Tuy nhiên, trong các trường hợp không có thay đổi trong các chùm tương tự cần thiết, có thể cần cập nhật kênh băng gốc hiệu quả. Trong một phương án, quy trình sau đây có thể được sử dụng.

Thiết bị khởi tạo có thể thông báo quy trình cập nhật phản hồi băng gốc được khởi tạo. Điều này có thể theo khung đặc biệt hoặc bằng cách đặt dấu hiệu trong khung thiết lập BRP.

Khi đó AP có thể bắt đầu đo băng gốc. Một trong các tùy chọn sau đây có thể được sử dụng. Tùy chọn 1: Khung thiết lập BRP có thể được gửi bởi thiết bị khởi tạo với dấu hiệu chỉ báo rằng các chùm tương tự của cả bộ thu và bộ phát đã chọn đều không được thay đổi (hoặc có thể sử dụng cài đặt đặc biệt các chùm tương tự). Khi đó STA có thể phản hồi kênh hiệu quả cho các chùm cụ thể đó. Các chùm tương tự có thể được thiết lập cho SU-MIMO hoặc MU-MIMO băng gốc. Khung thiết lập BRP có thể tùy chọn trong trường hợp AP và STA được xác định là nằm trong cấu hình mong muốn. Tùy chọn 2: Khung thiết lập BRP có thể được gửi bởi thiết bị khởi tạo chỉ báo rằng các chùm tương tự của bộ thu không được thay đổi (hoặc có thể sử dụng cài đặt đặc biệt các chùm tương tự của bộ thu). Thiết bị khởi tạo có thể quét nhiều chùm phát được chọn lọc trong pha MU-MIMO (giả định MU-MIMO tương tự) hoặc pha lọc eBRP (giả định SU-MIMO). Khi đó STA có thể phản hồi kênh hiệu quả cho các chùm cụ thể đó. Có thể cần bao gồm chỉ số chùm với các trường TRN để kích hoạt thiết bị khởi tạo để nhận dạng các chùm phát trong phản hồi. Điều này khác với Tùy chọn 1 dựa trên nhu cầu quét tập hợp chùm. Tùy chọn 3: Thiết bị khởi tạo có thể gửi (các) khung đo lường kênh sử dụng chùm thu-phát đã chọn. Các khung đo có thể bao gồm khung thiết lập MIMO (để thiết lập các cấu hình chùm mong muốn) và đoạn mở đầu 802.11ay không có dữ liệu (để đo lường kênh thực). Trong một phương án, khung thiết

lập và khung đoạn đầu có thể kết hợp với nhau. Trong một số trường hợp, các khung đo có thể bao gồm (các) khung thông báo gói dữ liệu trống 802.11 và/hoặc (các) khung gói dữ liệu trống. Trong các trường hợp này, khung đo thực (ví dụ, khung NDP) có thể sử dụng tập hợp đặc biệt trường ước tính kênh trực giao (CEF) trong đoạn đầu để kích hoạt bộ thu ước tính kênh. Việc này khác với các giải pháp trong Tùy chọn 1 và Tùy chọn 2 cài đặt các trường đo sau gói (trong trường TRN). Các trường ước tính kênh có thể là các trường CEF trực giao được phát đồng thời, hoặc trường CEF đơn được phát lặp lại.

Khi đó thiết bị trả lời có thể phản hồi kênh hiệu quả đến thiết bị khởi tạo. Phản hồi có thể là một hoặc nhiều các mục sau: Phản hồi băng gốc giả định dạng sóng đơn sóng mang; phản hồi băng gốc giả định OFDM; hoặc phản hồi băng gốc giả định OFDMA. Đối với phản hồi băng gốc giả định dạng sóng đơn sóng mang, STA có thể phản hồi sự trình bày miền thời gian của kênh MIMO như trong các phương án trước. Đối với phản hồi băng gốc giả định OFDM, STA có thể phản hồi sự trình bày miền tần số của kênh. Chế độ OFDM 802.11ad/ay được tạo từ 336 âm tần số dữ liệu. Phản hồi có thể là mỗi âm thanh riêng hoặc giá trị phản hồi đơn trình bày nhóm âm thanh. Lưu ý rằng do tác dụng điều hướng chùm tín hiệu, kênh có thể phẳng hợp lý. Trong một số phương án, AP hoặc STA có thể sắp xếp giá trị lập nhóm âm thanh. Đối với phản hồi băng gốc giả định OFDM, STA có thể phản hồi sự trình bày miền tần số của một phần dải thông của kênh. Khung thiết lập BRP có thể yêu cầu băng thông cụ thể. Các băng thông yêu cầu có thể nhỏ hơn 2,16 GHz hoặc có thể nằm trong các khúc dữ liệu 2,16 GHz.

Trong một số trường hợp, khung khởi tạo yêu cầu phản hồi băng gốc có thể không được phát hiện (ví dụ trường hợp có nhiều STA trong tình huống đa kênh, đa chùm dựa theo chùm). Thiết bị khởi tạo có thể quay trở lại chùm Quasi-Omni để gửi khung thiết lập, sau đó chuyển sang cấu hình mong muốn để đo và phản hồi.

Quy trình phản hồi và theo dõi kênh băng gốc cho các đường liên kết được thiết lập

Quy trình phản hồi và theo dõi kênh băng gốc cho các đường liên kết được thiết lập được mô tả trong bản mô tả này. Các đường liên kết có thể để truyền dẫn SU-MIMO hoặc MU-MIMO.

Để truyền dẫn SU-MIMO, pha này có thể sau khi quét cấp độ khu vực tăng cường và lọc chùm tăng cường. Đối với MU-MIMO, điều này có thể sau pha SISO và

pha MU-MIMO.

Có thể xác định điều này như quy trình theo dõi pha 3, trong đó sự theo dõi băng gốc SISO hoặc MIMO được thực hiện, ví dụ, pha 3 trong giao thức điều hướng chùm tín hiệu MU-MIMO.

Lưu ý rằng vì đây là các đường liên kết được thiết lập mà trong đó các chùm tương tự đã được lọc (dành cho SU-MIMO hoặc MU-MIMO), phản hồi là dành cho kênh băng gốc trong điều kiện các chùm tương tự được ấn định. Ngoài ra, trong một số phương án, phản hồi có thể sử dụng tần số (ví dụ truyền dẫn đường lên liên kết, cộng gộp hoặc OFDMA) hoặc không gian (MU-MIMO UL) để cải thiện hiệu quả phản hồi.

Pha này có thể bao gồm pha phụ thiết lập, pha phụ hướng dẫn và pha phụ kiểm tra vòng/phản hồi. Điều này được minh họa trong HÌNH 17 dành cho truyền dẫn SU-MIMO 240 và HÌNH 18 dành cho truyền dẫn MU-MIMO 250.

Các pha phụ được mô tả như sau.

Đối với pha phụ thiết lập pha 3, có thể có thiết lập cho một người dùng cho SU-MIMO, hoặc cho nhiều người dùng trong MU-MIMO. Khung thiết lập SU-MIMO có thể chỉ báo đến STA cấu hình anten thu mong muốn và số lượng anten phát và có thể được phát dưới dạng khung thiết lập BRP (dành cho tùy chọn 1 hoặc 2) hoặc dưới dạng khung thông báo NDP (tùy chọn 3). Khung thiết lập MU-MIMO có thể chỉ báo các STA sẽ được theo dõi, các cấu hình anten thu tương ứng dự kiến và số lượng khu vực phát sẽ được hướng dẫn.

Trong một phương án, mỗi STA có thể được kiểm tra vòng độc lập để chuẩn bị cho pha hướng dẫn.

Trong một phương án, pha thiết lập có thể được bỏ qua. Điều này có thể xảy ra trong các trường hợp thiết bị khởi tạo và (các) thiết bị trả lời đang trong quá trình truyền dẫn.

Trong một phương án, ID theo nhóm (như được sử dụng trong pha 1) có thể được thiết lập, nhưng với chỉ báo về cấu hình anten thu dự kiến. Thông tin được phát có thể bao gồm:

- TA: BSSID
- RA: ID nhóm

- Mục đích: Thiết lập BF SU/MU-MIMO pha 3
- Số trình tự: nhận dạng hướng dẫn BF (pha 3)
- Hướng dẫn các anten phát/các khu vực được chọn/các anten phát đồng thời (dạng sóng trực giao)
- Thiết lập thu mong muốn
- BRP TRN-T
 - BRP₁: An (Số lượng ant MUX trong khung BRP 1), chỉ số Ant X_i, chỉ số khu vực S1, S2, ..., S_n, chỉ số Ant X_j, chỉ số khu vực S1, S2, ..., S_m, ...
 - ...
 - BRP_k: An (Số lượng ant MUX trong khung BRP 1), chỉ số Ant X_i, chỉ số khu vực S1, S2, ..., S_n, chỉ số Ant X_j, chỉ số khu vực S1, S2, ..., S_m, ...

Trong một phương án, ID thiết lập SU-MIMO/MU-MIMO (như được sử dụng trong pha 2) có thể được gửi, nhưng với chỉ báo về cấu hình anten thu dự kiến. Thông tin được phát có thể bao gồm:

- RA: ID nhóm
- TA: BSSID
- Mục đích: Thiết lập BF SU/MU-MIMO pha 3
- N: số lượng cấu hình truyền dẫn MU-MIMO
- ID cấu hình MU-MIMO:
 - ID1: (BF1, TX Ant_Sec_ID1/SS_ID1, ID1 STA, ID1 khu vực ant thu); ...
 - ID2: (BF2, TX Ant_Sec_ID2/SS_ID2, ID2 STA, RX Ant_Sec_ID2), ...

Đối với pha phụ hướng dẫn pha 3, thiết bị khởi tạo phát các trình tự hướng dẫn BRP dựa trên pha phụ thiết lập.

Như minh họa trong HÌNH 19, để hướng dẫn dựa trên BRP 260, thiết bị khởi tạo 210 có thể phát khung BRP với các trường TRN quét qua các khu vực phát với các trường hướng dẫn cho các khu vực phát đã chọn cho cấu hình anten thu cố định tại toàn bộ dải

thông. Lưu ý rằng các trường TRN cho mỗi khu vực có thể hướng dẫn nhiều khu vực phát bằng cách sử dụng trình tự TRN trực giao, tức là khung BRP cho một khu vực phát hoặc nhiều khu vực phát (với các dạng sóng trực giao). Trong một số trường hợp, số TRN thu phải được cố định dựa trên cấu hình truyền dẫn. Trong các trường hợp có nhiều cấu hình MU-MIMO trong khung thiết lập, mỗi cấu hình 270 có thể được hướng dẫn riêng, như minh họa trong HÌNH 20. Lưu ý rằng trong các trường hợp có thể cần thời gian cho (các) STA thay đổi cấu hình anten/khu vực, sự đệm hoặc truyền dẫn giả (ví dụ, STF hoặc AGC) có thể được đặt giữa mỗi khung con hướng dẫn. Trong một phương án, sự truyền dẫn hoặc đệm giả này có thể là bắt buộc. Trong phương án khác, sự truyền dẫn hoặc đệm giả này có thể tùy chọn, khi có/không có trường đệm được phát tín hiệu hoặc phát hiện mù trong khung thiết lập.

Đối với hướng dẫn dựa trên gói dữ liệu rộng, thiết bị khởi tạo có thể phát khung gói dữ liệu rộng với EMDG CEF được cài đặt là CEF cần thiết để phát SU-MIMO/MU-MIMO, và các cấu hình anten EMDG của thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời được cài đặt là các cấu hình cho truyền dẫn mong muốn.

Lưu ý rằng trong chế độ hướng dẫn, các STA khác nhận thêm các truyền dẫn này có thể hướng dẫn theo cơ hội các đường liên kết của chúng dựa trên các khu vực được chọn.

Đối với pha phụ phản hồi pha 3 280, 290 được minh họa lần lượt trong HÌNH 21A và 21B, có thể dựa trên kiểm tra vòng đơn giản như trong phản hồi pha 1/pha 2. Quy trình này được minh họa trong HÌNH 21A và 21B. Theo các chùm xác định (và nhất là khi tính thuận nghịch của chùm được áp dụng), có thể cải thiện hiệu quả bằng cách sử dụng: UL MU-MIMO/chùm, và/hoặc UL OFDMA, liên kết/cộng gộp kênh UL. Điều này được minh họa trong HÌNH 22 và 23, trong đó pha 3 với thiết lập 290 và pha 3 không có thiết lập 300 lần lượt được minh họa.

Theo dõi băng gốc số và tương tự số cho 802.11ay

Giao thức hướng dẫn BF hợp nhất để sử dụng trong khoảng thời gian DTI của khoảng báo hiệu được đề xuất để định hướng chùm tín hiệu MU-MIMO trong [1]. Giao thức bao gồm:

- Pha 1: Pha SISO (bắt buộc)
- Pha 2: Pha MIMO (bắt buộc)

Đối với điều hướng chùm tín hiệu SU-MIMO, các pha sau đây cũng được đề xuất [2]:

- Pha 1: Quét cấp độ khu vực (SLS)
- Pha 2: Khu vực thu-phát/ánh xạ anten
- Khác: TBD

Như được bộc lộ trong bản mô tả này, có kênh băng gốc số và tương tự số theo dõi pha theo dõi để cho phép các mục đích cập nhật kênh và theo dõi, sử dụng khung chung cho cả theo dõi SU-MIMO và MU-MIMO.

Trong 802.11ad, các pha nhận dạng chùm là: SLS, BRP, và theo dõi chùm.

Sự theo dõi chùm chủ yếu nhận dạng chùm tốt nhất để truyền dẫn và bao gồm các pha phụ thiết lập, hướng dẫn và phản hồi: thiết lập, hướng dẫn, và phản hồi. Quy trình theo dõi chùm mẫu 310, trong đó thiết bị khởi tạo 210 yêu cầu TRN-T được minh họa trong HÌNH 24.

Trong pha phụ thiết lập, thiết bị khởi tạo 210 yêu cầu theo dõi chùm phát thiết lập các thông số trong gói được phát, ví dụ:

- BEAM_TRACKING_REQUEST: Theo dõi chùm được yêu cầu
- Kiểu gói: TRN-T-PACKET
- TRN-LEN: số lượng trường TRN-T

Trong pha phụ hướng dẫn, thiết bị khởi tạo 210 có thể gán trường AGC và các trường phụ TRN-T cho gói.

Trong pha phụ phản hồi, thiết bị trả lời 220 phản hồi kênh đến thiết bị khởi tạo 210. Kiểu phản hồi có thể giống như kiểu phản hồi trong khung BRP cuối được phát từ thiết bị khởi tạo 210 đến thiết bị trả lời 220 với TX-TRN-REQ bằng 1. Trong một số trường hợp, nếu thiết bị thu phát 220 chưa bao giờ nhận khung BRP từ thiết bị khởi tạo 210 với TX-TRN-REQ bằng 1, thay vào đó thiết bị trả lời 220 có thể phản hồi với khu vực tốt nhất.

Đối với 802.11ay, có thể xác định hai kiểu theo dõi chùm: Theo dõi chùm tương tự (AB); và theo dõi kênh băng gốc số (DBC).

Theo dõi AB có thể được sử dụng để theo dõi sự thay đổi trong các chùm tương

tự, như là do sự xoay vòng hoặc chuyển động STA. Điều này có thể giống với sự theo dõi 802.11ad, nhưng được cập nhật cho SU/MU-MIMO.

Có thể sử dụng theo dõi DBC để theo dõi sự thay đổi trong kênh băng gốc cho tập hợp chùm tương tự cố định, như là do sự tắc nghẽn chùm khi sử dụng điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp. Điều này có thể đơn giản hóa việc theo dõi bằng cách đơn giản hóa sự thiết lập và kích hoạt việc sử dụng CFF và yêu cầu phản hồi.

Đối với 802.11ay, quy trình theo dõi chùm cũng có thể được chia thành ba pha: thiết lập, hướng dẫn, và phản hồi. Trong khi thiết lập, quy trình cần phát tín hiệu kiểu theo dõi, và cấu hình anten cần được thiết lập. Trong khi hướng dẫn, quy trình có thể dựa trên BRP (sử dụng các trường TRN-T) hoặc gói dữ liệu rỗng (sử dụng CEF). Trong khi phản hồi, phản hồi kênh cần cho theo dõi DBC trong khi bất kỳ chùm tín hiệu tốt nhất, SNR, hoặc phản hồi kênh nào cũng đều phù hợp để theo dõi AB. Trong HÌNH 25, sơ đồ khối 320 cho phương án về theo dõi chùm tín hiệu cho 802.11ay, như đã nêu trong bản mô tả này được minh họa.

Quy trình theo dõi chùm tín hiệu

Thiết lập hoặc thông báo. Trong bước theo dõi chùm được bộc lộ cho 802.11ay, trong khi thiết lập hoặc thông báo, thiết bị khởi tạo 210 có thể chỉ báo nếu có yêu cầu theo dõi AB hoặc DBC. Đối với mỗi kiểu theo dõi, cũng có thể có chỉ báo cho biết quy trình là SU hay MU.

Thiết lập cũng có thể bao gồm thiết lập BF SU-MIMO/MU-MIMO, có thể chỉ báo thông tin tương tự với pha phụ thiết lập BF MU-MU đã thảo luận trước đó. Điều này có thể xuất hiện cho theo dõi AB hoặc DBC. Đối với các trường hợp theo dõi DBC, thiết lập cũng có thể chỉ báo cấu hình truyền dẫn SU/MU hoặc sử dụng thông số để chỉ báo giữ cấu hình hiện tại.

Thiết lập cũng có thể chỉ báo kiểu hướng dẫn. Đối với cả theo dõi AB và DBC, thiết lập có thể chỉ báo sử dụng TRN-x và TRN_độ dài, và cài đặt bộ tiền mã hóa băng gốc là ma trận nhận dạng. Đối với chỉ mỗi theo dõi DBC, thiết lập có thể chỉ báo sử dụng hướng dẫn dựa trên CFF và cài đặt bộ tiền mã hóa băng gốc là ma trận nhận dạng.

Thiết lập cũng có thể chỉ báo kiểu phản hồi yêu cầu. Đối với chỉ mỗi theo dõi

AB, phản hồi được chỉ báo có thể bao gồm (các) chùm tốt nhất và (các) SNR. Đối với cả theo dõi AB và DBC, phản hồi kênh có thể được chỉ báo.

Hướng dẫn. Hướng dẫn có thể, dành cho theo dõi AB hoặc DBC, là hướng dẫn dựa trên TRN-x. Hướng dẫn có thể, dành cho mỗi theo dõi DBC, là hướng dẫn dựa trên CEF.

Phản hồi. Đối với theo dõi AB hoặc DBC, phản hồi có thể dựa trên kiểm tra vòng đơn giản. Trong một số phương án, các phương pháp khác như UL-OFDMA hoặc UL-MU-MIMO có thể được sử dụng cho theo dõi AB hoặc DBC.

Nhìn chung, 802.11ay hỗ trợ tiền mã hóa hỗn hợp (tiền mã hóa băng gốc số và tương tự số) cho SU và MU-MIMO. 802.11ay kích hoạt theo dõi chùm tương tự và theo dõi kênh băng gốc số. Cả hai giao thức điều hướng chùm tín hiệu SU-MIMO và MU-MIMO đều có các pha phụ theo dõi chùm tương tự và theo dõi kênh băng gốc số.

Sự theo dõi chùm tín hiệu giúp thiết bị khởi tạo hoặc thiết bị trả lời theo dõi sự thay đổi trong các chùm tương tự hoặc băng gốc của nó mà không cần tín hiệu và phản đầu trong quy trình BRP. Tín hiệu theo dõi chùm tín hiệu được gửi trong trường phản đầu gói DMG BRP hoặc trường EDMG-Phần đầu-A dưới dạng các khung dữ liệu độc lập hoặc đi kèm. Sự theo dõi chùm tương tự giúp theo dõi các thay đổi trong các chùm tương tự (và ước tính lại bộ tạo chùm băng gốc trong truyền dẫn điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp). Sự theo dõi chùm băng gốc giúp theo dõi các thay đổi trong bộ tạo chùm băng gốc chỉ trong truyền dẫn điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp.

Thiết bị khởi tạo theo dõi chùm tín hiệu hoặc thiết bị trả lời theo dõi chùm tín hiệu có thể yêu cầu theo dõi chùm băng gốc nếu ít nhất một trong các điều kiện sau đây được đáp ứng: Hiệu suất của hệ thống giảm trong truyền dẫn điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp và bên yêu cầu muốn ước tính lại kênh băng gốc như một phần quy trình thích ứng liên kết; Bên yêu cầu không yêu cầu thông tin kênh băng gốc chi tiết như một phần quy trình thiết lập MIMO. Trong trường hợp này, các chùm tương tự đã được nhận dạng nhưng vẫn cần thông tin để thiết kế kênh băng gốc.

Sự theo dõi chùm có thể là một trong các theo dõi sau như Theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo. Thiết bị khởi tạo gửi yêu cầu đến thiết bị trả lời và thiết bị trả lời gửi gói theo dõi để kích hoạt thiết bị khởi tạo ước tính các chùm thu của nó. Trong theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự (được minh họa trong HÌNH 26), thiết bị khởi tạo tìm kiếm theo dõi các chùm thu tương tự. Trong theo dõi chùm

thu của thiết bị khởi tạo EDMG băng gốc (được minh họa trong HÌNH 27), thiết bị khởi tạo tìm kiếm hướng dẫn kênh băng gốc bằng cách chỉ sử dụng liên kết ngược. Điều này giúp ích trong trường hợp có tính thuận nghịch kênh và cần thu kênh băng gốc ở bộ phát để điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp mà không cần phản hồi phần đầu lớn.

Theo dõi chùm cũng có thể là Theo dõi chùm phát của thiết bị khởi tạo. Thiết bị khởi tạo gửi gói hướng dẫn đến bộ thu và bộ thu cung cấp trở lại phản hồi mong muốn (chùm tốt nhất, kênh hiệu quả, v.v.) Trong theo dõi chùm phát của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự (được minh họa trong HÌNH 28), thiết bị khởi tạo tìm kiếm theo dõi các chùm phát tương tự. Trong theo dõi chùm phát của thiết bị khởi tạo EDMG băng gốc (được minh họa trong HÌNH 29), thiết bị khởi tạo tìm kiếm hướng dẫn kênh băng gốc bằng cách chỉ sử dụng liên kết chuyển tiếp. Điều này giúp ích trong trường hợp không có tính thuận nghịch kênh và cần thu kênh băng gốc ở bộ phát để điều hướng chùm tín hiệu hỗn hợp. Cần phản hồi trong trường hợp này.

Theo dõi chùm cũng có thể bao gồm Theo dõi chùm thu của thiết bị trả lời như trong HÌNH 30. Trong trường hợp này, thiết bị khởi tạo gửi trình tự hướng dẫn đến thiết bị trả lời và yêu cầu theo dõi các chùm thu của nó. Lưu ý rằng không có phiên bản băng gốc tương ứng.

Kiểu theo dõi chùm cụ thể được thiết lập theo các thông số trong TXVECTOR và RXVECTOR và việc phát tín hiệu giữa thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời có thể diễn ra trong các phần đầu gói của các gói được phát giữa bộ phát và bộ thu (tức là phần đầu gói BRP kế thừa và EDMG-Phần đầu-A) hoặc trong các khung cộng gộp đặc biệt (ví dụ, trường YÊU CẦU FBCK trong phần tử lọc DMG) dựa trên các thông số trong TXVECTOR và RXVECTOR. Các chi tiết sẽ được trình bày bên dưới.

EDMG STA (thiết bị khởi tạo theo dõi chùm) có thể yêu cầu EDMG STA ngang hàng (thiết bị trả lời theo dõi chùm) thực hiện theo dõi chùm thu bằng cách cài đặt, trong gói được phát, thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR là theo dõi chùm theo yêu cầu, cài đặt EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là theo dõi chùm tương tự hoặc theo dõi chùm băng gốc, cài đặt BEAM_TRACKING_REQUEST là theo dõi chùm không được yêu cầu, cài đặt EDMG_TRN_LEN là số lượng trường phụ TRN được yêu cầu như đã mô tả, và cài đặt kiểu gói là TRN-R-PACKET. Hoặc, thông số

EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST được cài đặt là theo dõi chùm không được yêu cầu. Nếu EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE được cài đặt là theo dõi chùm bằng gốc và EDMG_TRN_LEN được cài đặt là không, thông số số CEF mở rộng EDMG của SS trong EDMG-Phần đầu-A được cài đặt là thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong TXVECTOR,

Thiết bị trả lời theo dõi chùm thu gói yêu cầu theo dõi chùm (tương ứng với YÊU CẦU THEO DÕI CHÙM hoặc thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR được cài đặt là theo dõi chùm được yêu cầu) và trường kiểu gói trong phần đầu PHY bằng 0 (tương ứng với trường KIỂU GÓI trong RXVECTOR được thiết lập là TRN-R-PACKET) sẽ thực hiện các nhiệm vụ như mô tả bên dưới.

Đối với theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo DMG: Nếu thông số BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là theo dõi chùm được yêu cầu, có thể có trường AGC lọc chùm và các trường phụ TRN-R được gắn với gói sau đây được phát đến thiết bị khởi tạo trong cùng phân bổ, với chỉ số MCS lớn hơn 0. Giá trị của thông số TRN-LEN trong TXVECTOR trong gói sau đây từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo sẽ bằng với giá trị của thông số TRN-LEN trong RXVECTOR của gói từ thiết bị khởi tạo.

Đối với theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo EDMG bằng gốc và tương tự: Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là theo dõi chùm được yêu cầu và thông số KIỂU THEO DÕI CHÙM EDMG trong RXVECTOR là Theo dõi chùm tương tự hoặc Theo dõi chùm bằng gốc, có thể có các trường phụ TRN-R cho gói sau đây được phát đến thiết bị khởi tạo trong cùng phân bổ, với chỉ số MCS lớn hơn 0. Giá trị của thông số EDMG_TRN_LEN trong TXVECTOR trong gói sau đây từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo sẽ bằng giá trị của thông số EDMG_TRN_LEN trong RXVECTOR của gói từ thiết bị khởi tạo.

Đối với theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo EDMG bằng gốc: Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong RXVECTOR là Theo dõi chùm bằng gốc và nếu EDMG_TRN_LEN = 0, khi đó không có các trường phụ TRN-R gắn với gói dữ liệu. Bộ tạo chùm bằng gốc sẽ được thiết lập là ma trận trực giao được xác định trước, ví dụ ma trận nhận dạng, trong khi truyền dẫn đoạn đầu. Trường EDMG-CEF mở rộng được phát

trong đoạn đầu và được sử dụng để giải mã trường dữ liệu của gói và đo lường kênh bằng gốc hiệu quả. Giá trị của thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong TXVECTOR trong gói sau đây từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo sẽ bằng giá trị của thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong RXVECTOR của gói từ thiết bị khởi tạo. Trường EDMG-CEF mở rộng sẽ được xây dựng với Nss được cài đặt là thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED. Lưu ý rằng EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED luôn lớn hơn hoặc bằng tổng số luồng không gian dữ liệu. Trong ví dụ đơn giản, STA có thể đang phát dữ liệu chỉ với một luồng không gian nhưng có thể hỗ trợ lên đến 4 luồng không gian. Số SS = 4, và số SS = 1 của CEF mở rộng EDMG. Trong truyền dẫn dữ liệu thông thường, CEF được xây dựng với Nss = 1

Trong trường hợp này, CEF mở rộng được xây dựng với Nss = 4. Ước tính kênh được thực hiện cho toàn bộ kênh Nss = 4 nhưng kênh thu được được sử dụng để giải mã dữ liệu với Nss = 1. Sự theo dõi chùm băng gốc không có các trường TRN-R được trình bày trong HÌNH 31. EDMG-CEF mở rộng được sử dụng để đo.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong RXVECTOR là Theo dõi chùm băng gốc và nếu EDMG_TRN_LEN = N, EDMG_TRN_P = P, EDMG_TRN_M = 0 và EDMG_TRN_N = 0, khi đó N đơn vị TRN- được gắn kèm và được phát bằng cách sử dụng cùng AWV dưới dạng đoạn đầu và trường dữ liệu của gói. Bộ tạo chùm băng gốc sẽ được thiết lập là ma trận trực giao được xác định trước, ví dụ, ma trận nhận dạng, trong quá trình chỉ truyền dẫn các trường phụ TRN-R gắn kèm và phép đo dựa trên các gói TRN-R gắn kèm. Giá trị của thông số EDMG_TRN_LEN trong TXVECTOR trong gói sau đây từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo sẽ bằng giá trị của thông số EDMG_TRN_LEN trong RXVECTOR của gói từ thiết bị khởi tạo. Các giải pháp bổ sung để báo hiệu trường hợp này có thể bao gồm một trong ba tùy chọn. Trong tùy chọn 1, Len = 0, P = P, và M = N = 0. Trong tùy chọn 2, Len = N, P = 0, và M = N = 0. Trong tùy chọn 3, Len = N, P = P, và M = N = 0.

Sự theo dõi chùm băng gốc với N trường TRN-R được minh họa như trên. Lưu ý rằng trong HÌNH 32, N đơn vị TRN R được phát bằng cách sử dụng cùng AWV dưới dạng đoạn đầu và trường dữ liệu của gói.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong RXVECTOR không ngang bằng với Theo dõi chùm băng gốc mà thiết bị trả lời có thể bỏ qua yêu cầu theo dõi chùm trong phân bổ nếu không có gói có chỉ số MCS lớn hơn 0 được phát từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo trong phân bổ.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong RXVECTOR là Giữ cấu hình, khi đó (các) thiết bị trả lời sẽ giữ cấu hình anten của chúng trong suốt quy trình theo dõi. Lưu ý rằng trong một giải pháp, có thể phát tín hiệu bằng cách cài đặt EDMG_TRN_M = 0 và EDMG_TRN_N = 0. Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong RXVECTOR là Thay đổi cấu hình, khi đó (các) thiết bị trả lời sẽ thay đổi các cấu hình anten của chúng trong suốt quy trình theo dõi. Trong một giải pháp, thiết bị trả lời sẽ thay đổi cấu hình của nó dựa trên thông tin được gửi trong khung cấu hình MIMO như là khung lựa chọn BF. Trong giải pháp khác, thiết bị trả lời sẽ thay đổi cấu hình dựa trên thông tin được gửi trong EDMG-Phần đầu-A. Đối với MU PPDU (không phải FDMA), có thể là Tập hợp bộ miêu tả SS được trình bày sau đây:

Cấu trúc trường EDMG-Phần đầu-A và 1 định nghĩa cho MU PPDU (không phải FDMA)

Trường	Số bit	Mô tả
Tập hợp bộ miêu tả SS I, I = 0,...,7	9	Mô tả sự ấn định SS cho STA thứ i được chỉ định trong MU PPDU. Trường này được định dạng như mô tả trong bảng bên dưới.

Bảng 12

Tập hợp bộ miêu tả SS: trong đó số SS là số trong bảng 13 bên dưới.

AID	Số SS
8	1

Bảng 13

Đối với MU PPD (FDMA), tập hợp bộ miêu tả kênh có thể được trình bày sau đây

trong bảng 12: Cấu trúc trường EDMG-Phần đầu-A 1 và định nghĩa cho MU PPDU (FDMA)

Trường	Số bit	Mô tả
Bộ mô tả kênh i	16	Mô tả sự ấn định STA cho kênh tiếp theo, nếu có, sau kênh được chỉ báo bởi trường bộ mô tả kênh 2. Trường này được định dạng như mô tả trong bảng bên dưới.

Bảng 14

AID	Số SS	Được điều hướng chùm tín hiệu	Dành riêng
8	1	1	6

Bảng 15

Các cài đặt chi tiết cho các thông số TXVECTOR và RXVECTOR, các phần đầu gói và cấu trúc gói được trình bày trong HÌNH 33 (minh họa cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR, tín hiệu phân đầu gói và cấu trúc gói để theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo EDMG tương tự) và HÌNH 34 (minh họa các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR, tín hiệu phân đầu gói và cấu trúc gói để theo dõi chùm thu của thiết bị khởi tạo EDMG băng gốc) để theo dõi tương tự và theo dõi tương tự số. Trong HÌNH 33, cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR bao gồm EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST= Theo dõi chùm được yêu cầu, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE=theo dõi chùm tương tự BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm không được yêu cầu, TRN-LEN=0, EDMG_TRN_LENGTH=N, kiểu gói=0, TRN-R-PACKET, EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG=xx, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=xx Các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR bao gồm Trường yêu cầu theo dõi chùm=0, Trường kiểu gói 0 (BRP-RX), Trường độ dài hướng dẫn=0, Độ dài EDMG TRN=N, RX TRN_Unit cho mỗi đơn vị TX TRN=xx, EDMG TRN-UNIT-P=xx, EDMG TRN-UNIT M=xx, EDMG TRN-UNIT N=xx, Yêu cầu theo dõi chùm EDMG =1, được yêu cầu, Kiểu yêu

cầu theo dõi chùm EDMG = 0, Cấu hình theo dõi chùm EDMG theo dõi chùm tương tự=xx, và số SS=xx của CEF mở rộng EDMG.

Trong HÌNH 34, các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR bao gồm, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE=theo dõi chùm bằng gốc EDMG_TRN_LENGTH=0,N, EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG=0/1, và LUỒNG EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL ĐƯỢC THEO DÕI=Nss. Các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR cũng bao gồm Độ dài EDMG TRN=0,N, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=xx, EDMG TRN-UNIT-P=P, EDMG TRN-UNIT M=0, EDMG TRN-UNIT N=0, Yêu cầu theo dõi chùm EDMG=1, được yêu cầu, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=1, Cấu hình theo dõi chùm EDMG theo dõi chùm bằng gốc=0/1, và Số SS=Nss của CEF mở rộng EDMG. Các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR cũng bao gồm Yêu cầu theo dõi chùm EDMG=0, không được yêu cầu, và Cấu hình theo dõi chùm EDMG=xx.

Thiết bị khởi tạo theo dõi chùm yêu cầu theo dõi chùm phát sẽ: Cài đặt thông số BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu, cài đặt kiểu gói là TRN-T-PACKET, cài đặt TRN-LEN là số đơn vị TRN như đã mô tả trong bản mô tả này, và gắn trường AGC và các trường phụ TRN-T cho gói; hoặc cài đặt thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu, cài đặt EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là theo dõi chùm tương tự hoặc theo dõi chùm bằng gốc, cài đặt BEAM_TRACKING_REQUEST là theo dõi chùm không được yêu cầu, cài đặt kiểu gói là TRN-T-PACKET, và EDMG_TRN_LEN, EDMG_TRN_P, EDMG_TRN_M và EDMG_TRN_N như được mô tả trong bản mô tả này, và gắn các trường phụ TRN-T cho gói,

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR là Theo dõi chùm bằng gốc và EDMG_TRN_LEN = 0, khi đó không gắn các trường phụ TRN-T. Bộ tạo chùm bằng gốc sẽ được thiết lập là ma trận trực giao được xác định trước, ví dụ ma trận nhận dạng, trong khi truyền dẫn đoạn đầu. Trường EDMG-CEF mở rộng được phát trong đoạn đầu và được sử dụng để giải mã trường dữ liệu của gói và đo lường kênh bằng gốc hiệu quả. Trường EDMG-CEF mở rộng sẽ được xây dựng với Nss của nó được cài đặt là thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED. Lưu ý rằng EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED luôn lớn hơn hoặc bằng

tổng số luồng không gian dữ liệu.

Sự theo dõi chùm băng gốc không có các trường TRN-T được minh họa trong HÌNH 35. EDMG-CEF mở rộng được sử dụng để đo.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR là Theo dõi chùm băng gốc và nếu EDMG_TRN_LEN = N, EDMG_TRN_P = P, EDMG_TRN_M = 0 và EDMG_TRN_N = 0, khi đó N đơn vị TRN được gán với gói dữ liệu và được phát bằng cách sử dụng cùng AWV dưới dạng đoạn đầu và trường dữ liệu của gói. Bộ tạo chùm băng gốc sẽ được thiết lập là ma trận trực giao được xác định trước, ví dụ, ma trận nhận dạng, trong quá trình chỉ truyền dẫn các trường phụ TRN-T gán kèm và phép đo dựa trên các trường phụ TRN-T gán kèm. Các giải pháp bổ sung để báo hiệu trường hợp này có thể bao gồm ba tùy chọn. Trong một tùy chọn, Len=0, P=P, và M=N. Trong tùy chọn khác, Len=N, P=0, và M=N. Vẫn trong tùy chọn khác, Len=N, P=P, và M=N=O.

Sự theo dõi chùm băng gốc có N trường TRN-T được minh họa trong HÌNH 36. Lưu ý rằng N đơn vị TRN-T được phát bằng cách sử dụng cùng AWV dưới dạng đoạn đầu và trường dữ liệu của gói.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong TXVECTOR được cài đặt là Giữ cấu hình, khi đó thiết bị khởi tạo sẽ giữ cấu hình anten của nó trong suốt quy trình theo dõi.

Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong TXVECTOR là Thay đổi cấu hình, khi đó thiết bị khởi tạo sẽ thay đổi cấu hình anten của nó trong suốt quy trình theo dõi. Trong một giải pháp, thiết bị khởi tạo sẽ thay đổi cấu hình của nó dựa trên thông tin được gửi trong khung cấu hình MIMO như là khung lựa chọn BF. Trong giải pháp khác, thiết bị khởi tạo sẽ thay đổi cấu hình dựa trên thông tin được gửi trong EDMG-Phần đầu-A. Đối với MU PPDU (không phải FDMA), có thể là Tập hợp bộ miêu tả SS được trình bày sau đây: Cấu trúc trường EDMG-Phần đầu-A và 1 định nghĩa cho MU PPDU (không phải FDMA)

Trường	Số bit	Mô tả
Tập hợp bộ miêu tả SS I, $I = 0, \dots, 7$	9	Mô tả sự ấn định SS cho STA thứ i được chỉ định trong MU PPDU. Trường này

		được định dạng như mô tả trong bảng bên dưới.
--	--	---

Bảng 16

Tập hợp bộ mô tả SS: trong đó số SS là số trong bảng bên dưới cộng thêm một.

AID	Số SS
8	1

Bảng 17

Đối với MU PPD (FDMA), đây có thể là tập hợp mô tả kênh như trình bày bên dưới:
Cấu trúc trường EDMG-Phần đầu-A 1 và định nghĩa cho MU PPDU (FDMA)

Trường	Số bit	Mô tả
Bộ mô tả kênh i	16	Mô tả sự ấn định STA cho kênh tiếp theo, nếu có, sau kênh được chỉ báo bởi trường bộ mô tả kênh 2. Trường này được định dạng như mô tả trong bảng bên dưới.

Bảng 18

AID	Số SS	Được điều hướng chùm tín hiệu	Dành riêng
8	1	1	6

Bảng 19

Thiết bị trả lời theo dõi chùm có thể gán phản hồi cho gói bất kỳ từ thiết bị trả lời đến thiết bị khởi tạo. Thiết bị khởi tạo có thể phân bổ thời gian cho phản hồi qua cấp phép hướng đảo ngược, với điều kiện giao thức hướng đảo ngược được hỗ trợ bởi cả thiết bị khởi tạo và thiết bị trả lời. Kiểu phản hồi sẽ giống như kiểu phản hồi trong khung BRP cuối được phát từ thiết bị khởi tạo đến thiết bị trả lời với TX-TRN-REQ bằng 1.

Nếu thiết bị trả lời chưa bao giờ thu khung BRP từ thiết bị khởi tạo với TX-TRN-REQ bằng 1, và nếu thông số BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu, hoặc nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu và EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là Theo dõi chùm tương tự, và thiết bị trả lời sẽ phản hồi với tất cả trường phụ của trường FBCK-TYPE bằng 0 và cài đặt trường BS-FBCK là chỉ số của trường phụ TRN-T được thu với chất lượng tốt nhất.

Với tùy chọn 1: gửi FBCK-REQ. Đây không phải là điển hình vì sự theo dõi không bổ sung vào dữ liệu nhưng là tổng quát nhất - Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu và EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là Theo dõi chùm bằng gốc, thiết bị khởi tạo sẽ bao gồm FBCK-REQ trong phần tử lọc chùm DMG và yêu cầu phản hồi cần thiết. Thiết bị trả lời sẽ phản hồi với phản hồi yêu cầu.

Tùy chọn 2: sử dụng khung phản hồi MIMO. Nếu thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu và EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là Theo dõi chùm bằng gốc, thiết bị trả lời sẽ gửi khung phản hồi BF MIMO đến thiết bị khởi tạo.

Phần tử phản hồi đo lường kênh EDMG trong khung phản hồi BF MIMO sẽ chứa phản hồi hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu SU-MIMO cho pha phụ hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu SU-MIMO theo kiểu phản hồi được xác định bởi thiết bị khởi tạo trong pha phụ thiết lập BF SU-MIMO trong khi thiết lập SU MIMO.

Phần tử phản hồi đo lường kênh EDMG trong khung phản hồi BF MIMO sẽ chứa phản hồi hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu MU-MIMO theo kiểu phản hồi được xác định bởi thiết bị khởi tạo trong pha phụ kiểm tra vòng phản hồi BF MU-MIMO trong khi thiết lập MU MIMO.

Với tùy chọn 3: tạo phương pháp mặc định. Thông số N-tap có thể được bổ sung cho EDMG-Phần đầu-A - Thiết bị trả lời sẽ phản hồi với tất cả trường phụ của trường FBCK-TYPE bằng 0 ngoại trừ phép đo kênh hiện diện được cài đặt là 1, số lượng tap hiện diện được cài đặt là giá trị được xác định trước, ví dụ 0x0 (1 tap) hoặc được phát tín hiệu (ví dụ, số lượng tap phản hồi EDMG được yêu cầu), số lượng phép đo dựa trên cấu hình MIMO và phản hồi phép đo kênh và độ trễ tap tương ứng cho kênh. Hoặc, sau

đó bộ thu chọn tập hợp tap được đo quanh tap với biên độ lớn nhất theo dot11ChanMeasFBCKNtaps. Trong trường hợp này, tín hiệu bổ sung không cần thiết.

Các cài đặt chi tiết cho các thông số TXVECTOR và RXVECTOR, các phần đầu gói và các cấu trúc gói được trình bày trong hình (x) để theo dõi tương tự và hình (x) để theo dõi số.

Thiết bị trả lời theo dõi chùm thu gói với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong RXVECTOR ngang bằng với Theo dõi chùm không được yêu cầu, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE ngang bằng với Theo dõi chùm tương tự, BEAM_TRACKING_REQUEST ngang bằng với Theo dõi chùm không được yêu cầu, TRN-LEN bằng không, Kiểu gói bằng TRN-R-PACKET, và EDMG_TRN_LEN bằng với giá trị khác không và có thể sử dụng các trường phụ TRN-R được gắn với gói thu được để thực hiện hướng dẫn chùm thu. HÌNH 37 minh họa các cài đặt TXVector/RXVector, tín hiệu phần đầu gói, và cấu trúc gói để theo dõi chùm thu của thiết bị trả lời EDMG tương tự. Các cài đặt TXVector/RXVector cho HÌNH 37 bao gồm EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm được yêu cầu, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE=theo dõi chùm tương tự, BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm không được yêu cầu, kiểu gói=TRN-T-PACKET, EDMG_TRN_LEN, EDMG_TRN_P, EDMG_TRN_M, EDMG_TRN_N, EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG=xx, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=xx. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm Trường yêu cầu theo dõi chùm=0, Trường độ dài hướng dẫn=0, Độ dài EDMG TRN=N, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=TX_RX, EDMG TRN-UNIT-P=P, EDMG TRN-UNIT M=M, EDMG TRN-UNIT N=N, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=O, theo dõi chùm tương tự, Cấu hình theo dõi chùm EDMG=xx, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=xx. Các cài đặt TXVECTOR/RXVECTOR bao gồm Độ dài EDMG TRN=0, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=xx, EDMG TRN-UNIT-P=xx, EDMG TRN-UNIT M=xx, EDMG TRN-UNIT N=x, Yêu cầu theo dõi chùm EDMG=0, không được yêu cầu, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=xx, theo dõi chùm tương tự, Cấu hình theo dõi chùm EDMG=xx, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=xx. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm Trường yêu cầu theo dõi chùm=0, Trường

kiểu gói=Dành riêng, và Trường độ dài huấn luyện=Dành riêng.

HÌNH 38 minh họa các cài đặt TXVector/RXVector, tín hiệu phần đầu gói và cấu trúc gói để theo dõi chùm phát của thiết bị khởi tạo EDMG bằng gốc. Các cài đặt TXVector/RXVector bao gồm EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm được yêu cầu, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE=theo dõi chùm tương tự, BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm không được yêu cầu, _TRN_LEN=0, kiểu gói=TRN-T-Packet, EDMG_TRN_LEN=N, EDMG_TRN_P=0/PN, EDMG_TRN_M=0, EDMG_TRN_N=0, EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG=0/1, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=Nss. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm EDMG_TRN_P=0/P, Trường yêu cầu theo dõi chùm=0, Trường độ dài hướng dẫn=Dành riêng, Độ dài EDMG TRN=N, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=TX_RX, EDMG TRN-UNIT-P=0/N, EDMG TRN-UNIT M=0, EDMG TRN-UNIT N=0, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=0, theo dõi chùm bằng gốc, Cấu hình theo dõi chùm EDMG=0/1, và Số SS=Nss của CEF mở rộng EDMG. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm Độ dài EDMG TRN=0, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=xx, EDMG TRN-UNIT-P=xx, EDMG TRN-UNIT M=xx, EDMG TRN-UNIT N=x, Yêu cầu theo dõi chùm EDMG=0, không được yêu cầu, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=xx, Cấu hình theo dõi chùm EDMG=xx, và Số SS=xx của CEF mở rộng EDMG. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm Trường yêu cầu theo dõi chùm=0, Trường kiểu gói=Dành riêng, và Trường độ dài huấn luyện=Dành riêng. Kiểu phản hồi có thể dưới dạng khung BRP cuối, yêu cầu rõ ràng, hoặc theo mặc định. Phương pháp phản hồi có thể theo sự gắn kèm hoặc cấp phép hướng đảo ngược (giao thức RD).

HÌNH 39 minh họa các cài đặt TXVector/RXVector, tín hiệu phần đầu gói và cấu trúc gói để theo dõi chùm thu của thiết bị trả lời EDMG tương tự. Các cài đặt TXVector/RX vector bao gồm EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm không được yêu cầu, EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE=theo dõi chùm tương tự, BEAM_TRACKING_REQUEST=Theo dõi chùm không được yêu cầu, TRN_LEN=0, kiểu gói=TRN-R-PACKET, EDMG_TRN_LEN=N, EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG=xx, và EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED=xx. Các cài đặt

TXVector/RXVector cũng bao gồm Trường yêu cầu theo dõi chùm=0 và Trường độ dài hướng dẫn=0. Các cài đặt TXVector/RXVector cũng bao gồm Độ dài EDMG TRN=N, Đơn vị RX TRN cho mỗi TX TRN UNIT=xx, EDMG TRN-UNIT-P=xx, EDMG TRN-UNIT M=xx, EDMG TRN-UNIT N=xx, Yêu cầu theo dõi chùm EDMG=1, được yêu cầu, Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG=1, theo dõi chùm tương tự, Cấu hình theo dõi chùm EDMG=xx, và Số SS=xx của CEF mở rộng EDMG.

Các thông số TXVector và RXVector cần thiết để theo dõi chùm được trình bày trong Bảng (21).

Thông số	Điều kiện	Giá trị	TXVECTOR	RXVECTOR
EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE	ĐỊNH DẠNG là EDMG	Thông số này chỉ báo nếu sự theo dõi chùm tương tự hoặc theo dõi chùm bằng gốc được yêu cầu Kiểu được liệt kê: Sự theo dõi chùm tương tự hoặc theo dõi chùm bằng gốc	Y	Y
EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG	ĐỊNH DẠNG LÀ EDMG	Thông số này chỉ báo nếu quy trình theo dõi cần sử dụng cấu hình hiện tại hoặc cần đọc gói dữ liệu để chuyển sang cấu hình khác Kiểu được liệt kê: Giữ cấu hình hoặc thay đổi cấu hình	Y	Y

Bảng 20

EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED	ĐỊNH DẠNG LÀ EDMG	Thông số này chỉ báo số lượng luồng không gian cần được sử dụng trong CEF EDMG mở rộng trong khi điều hướng chùm băng gốc. Đối với SU-MIMO, nó chỉ báo số SS tối đa có thể được phát với cấu hình anten đã cho. Đối với MU-MIMO, nó chỉ báo tổng số SS có thể được phát đến tất cả STA với cấu hình anten đã cho. Kiểu được liệt kê: Số nguyên từ 0 đến 7		
EDMG_NUMBER_OF_FEEDBACK_TAPS_REQUESTED_TRACKING	ĐỊNH DẠNG LÀ EDMG	Thông số này chỉ báo số lượng tap kênh mặc định được cung cấp trở lại trong phản hồi băng gốc Kiểu được liệt kê: 1 tap, 5 tap, 15 tap, 63 tap	Y	Y

Bảng 21

Thông số EDMG_TRN_LEN trong T VXVECTOR hoặc RXVECTOR của gói BRP EDMG sẽ lớn hơn không ngoại trừ khi theo dõi chùm băng gốc được kích hoạt

(thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR là Theo dõi chùm được yêu cầu và EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE là Theo dõi chùm bằng gốc). Định nghĩa về phần đầu EDMG để theo dõi trong chế độ SC EDMG và các PPDU chế độ OFDM EDMG được trình bày trong Bảng (x) bên dưới

Tên trường	Số bit	Bit bắt đầu	Mô tả
Yêu cầu theo dõi chùm EDMG	1	91	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR. Được sử dụng kết hợp với Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR tương ứng. Cài đặt là 1 để chỉ báo yêu cầu theo dõi chùm (10.38.7); hoặc, cài đặt là 0. Trường yêu cầu theo dõi chùm EDMG được dành riêng khi trường độ dài TRN EDMG là 0 và Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG là 0
Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG	1	95	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo theo dõi chùm tương tự (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo theo dõi chùm bằng gốc (10.38.7)

Cấu hình theo dõi chùm EDMG	1	96	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo thay đổi cấu hình anten (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo giữ cấu hình anten (10.38.7)
Số SS của CEF mở rộng EDMG	3	101	Tương ứng với thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong TXVECTOR. Được sử dụng khi EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE ngang bằng với Theo dõi chùm băng gốc và EDMG_TRN_N được cài đặt là không. Điều này ngụ ý việc theo dõi chùm băng gốc được thực hiện bởi CEF EDMG mở rộng được phát Giá trị của trường này cộng thêm một chỉ báo số SS được báo hiệu khi sử dụng CEF mở rộng trong theo dõi băng gốc.
Dành riêng	12	102	Cài đặt là 0 bởi bộ phát và được bộ thu bỏ qua.
Số tap phản hồi EDMG được yêu cầu	2	98	Số tap trong mỗi phép đo kênh: 0x0 - 1 tap 0x1 - 5 tap 0x2 - 15 tap 0x3 - 63 tap

Bảng 22

Đối với theo dõi không phải FMDA, khung yêu cầu theo dõi chùm có thể được gửi đến tất cả STA. EDMG-Phần đầu-B mới có thể được xác định để phát tín hiệu thông tin. Hoặc, mỗi STA có thể gặp từng yêu cầu theo dõi chùm SU-MIMO.

Đối với theo dõi FMDA, yêu cầu theo dõi chùm có thể được thực hiện cho mỗi STA với yêu cầu theo dõi được thực hiện trong tần số được gán. Trong một tùy chọn, có thể thực hiện phát tín hiệu trong EDMG-Phần đầu-A và áp dụng cho tất cả STA. Trong một giải pháp, có thể thực hiện theo dõi cụ thể STA bằng cách phát trên EDMG-Phần đầu-B. Điều này cho phép nhận dạng kênh cho STA đơn trong dải thông tần số được xác định nhỏ hơn dải thông phát.

Đối với MU-MIMO PPDU-FDMA, hai cấu trúc có thể khả thi. Với EDMG-CEF mở rộng, tất cả STA trong nhóm FDMA phải sử dụng cùng dung lượng EDMG-CEF. Nếu bạn sử dụng các đơn vị TRN đi kèm, có thể có hai tùy chọn. Một tùy chọn có thể để phát các đơn vị TRN trên tất cả băng tần. Tùy chọn khác có thể để phát các đơn vị TRN của băng tần của mỗi STA mong muốn. Phần đầu EDMG và cấu trúc trường và 1 định nghĩa cho PPDU MU (FDMA hoặc không FDMA) được trình bày bên dưới

Tên trường	Số bit	Bit bắt đầu	Mô tả
Yêu cầu theo dõi chùm EDMG	1	66	Tương ứng với thông số trong TXVECTOR là EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST. Được sử dụng kết hợp với Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR tương ứng. Cài đặt là 1 để chỉ báo yêu cầu theo dõi chùm (10.38.7); hoặc, cài đặt là 0. Trường yêu cầu theo dõi chùm EDMG được dành riêng khi

			trường độ dài TRN EDMG là 0 và Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG là 0
Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG	1	67	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo theo dõi chùm tương tự (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo theo dõi chùm bằng gốc (10.38.7)
Cấu hình theo dõi chùm EDMG	1	68	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo thay đổi cấu hình anten (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo giữ cấu hình anten (10.38.7)
Số SS của CEF mở rộng EDMG	3	69	Tương ứng với thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong TXVECTOR. Được sử dụng khi EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE ngang bằng với Theo dõi chùm bằng gốc và EDMG_TRN_N được cài đặt là không. Điều này ngụ ý việc theo dõi chùm bằng gốc được thực hiện bởi CEF EDMG mở rộng được phát Giá trị của trường này cộng thêm một chỉ báo số SS được báo hiệu khi sử dụng CEF mở rộng trong theo dõi bằng gốc.
Dành riêng	40	72	Cài đặt là 0 bởi bộ phát và được bộ thu bỏ qua.

Số tap phản hồi EDMG được yêu cầu	2	98	Số tap trong mỗi phép đo kênh: 0x0 -1 tap 0x1 - 5 tap 0x2 -15 tap 0x3 - 63 tap
-----------------------------------	---	----	--

Bảng 23

Phần đầu EDMG, cấu trúc và định nghĩa trường được trình bày trong bảng (x) bên dưới

Tên trường	Số bit	Bit bắt đầu	Mô tả
Yêu cầu theo dõi chùm EDMG	1	24	Tương ứng với thông số trong TXVECTOR là EDMG_BEAM_TRACKING_REQUEST. Được sử dụng kết hợp với Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR tương ứng. Cài đặt là 1 để chỉ báo yêu cầu theo dõi chùm (10.38.7); hoặc, cài đặt là 0. Trường yêu cầu theo dõi chùm EDMG được dành riêng khi trường độ dài TRN EDMG là 0 và Kiểu yêu cầu theo dõi chùm EDMG là 0
Kiểu yêu cầu theo dõi chùm	1	25	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR.

EDMG			Cài đặt là 0 để chỉ báo theo dõi chùm tương tự (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo theo dõi chùm băng gốc (10.38.7)
Cấu hình theo dõi chùm EDMG	1	26	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_CONFIG trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo thay đổi cấu hình anten (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo giữ cấu hình anten (10.38.7)
Số SS của CEF mở rộng EDMG	3	27	Tương ứng với thông số EDMG_NUMBER_OF_SPATIAL_STREAMS_TRACKED trong TXVECTOR. Được sử dụng khi EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE ngang bằng với Theo dõi chùm băng gốc và EDMG_TRN_N được cài đặt là không. Điều này ngụ ý việc theo dõi chùm băng gốc được thực hiện bởi CEF EDMG mở rộng được phát Giá trị của trường này cộng thêm một chỉ báo số SS được báo hiệu khi sử dụng CEF mở rộng trong theo dõi băng gốc.
Dành riêng	34	30	Cài đặt là 0 bởi bộ phát và được bộ thu bỏ qua.
Số tap phản hồi EDMG được yêu cầu	2	98	Số tap trong mỗi phép đo kênh: 0x0 - 1 tap 0x1 - 5 tap 0x2 - 15 tap 0x3 - 63 tap

Bảng 24

Đối với PPDU chế độ điều khiển, trường L-Phần đầu giống với trường phần đầu chế độ điều khiển DMG và bit dành riêng 22 và 23 sẽ được cài đặt là 1. Trong trường hợp này, trường khởi tạo bộ xáo trộn trong L-Phần đầu được xác định như trình bày trong Bảng 8.

Đối với PPDU chế độ SC EDMG hoặc PPDU chế độ OFDM EDMG, trường L-Phần đầu giống với phần đầu PHY chế độ SC DMG với các thay đổi sau: bit dành riêng 46 được cài đặt là 1 để chỉ báo sự hiện diện của trường EDMG-Phần đầu-A. Điều này ngụ ý rằng PPDU là PPDU EDMG; và bit dành riêng 47 sẽ được cài đặt là 1 để chỉ báo kiểu yêu cầu theo dõi chùm. Điều này ngụ ý yêu cầu theo dõi kênh băng gốc số hoặc tương tự; trường RSSI cuối sẽ được xác định lại như được trình bày trong Bảng 10; và 5 LBS của trường độ dài sẽ được xác định lại như được trình bày trong Bảng 11. Ngoài ra, các bit còn lại của trường độ dài sẽ được cài đặt sao cho lỗi giả mạo nhỏ hơn một khối ký hiệu ($512 \times T_c$) và không âm, trong đó lỗi giả mạo được xác định dưới dạng chênh lệch giữa khoảng thời gian PPDU được tính dựa trên L-Phần đầu và khoảng thời gian PPDU thực.

Các trường phần đầu chế độ SC EDMG được trình bày trong bảng 25 bên dưới

Tên trường	Số bit	Bit bắt đầu	Mô tả
Yêu cầu theo dõi chùm	1	38	Tương ứng với thông số BEAM_TRACKING_REQUEST trong TXVECTOR. Cài đặt là 1 để chỉ báo yêu cầu theo dõi chùm (10.38.7); hoặc, cài đặt là 0. Trường yêu cầu theo dõi chùm được dành riêng khi trường độ dài hướng dẫn là 0 và thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong

			TXVECTOR là Theo dõi chùm tương tự
Kiểu yêu cầu theo dõi chùm	1	47	Tương ứng với thông số EDMG_BEAM_TRACKING_TYPE trong TXVECTOR. Cài đặt là 0 để chỉ báo Theo dõi Chùm tương tự (10.38.7) Cài đặt là 1 để chỉ báo theo dõi chùm bằng gốc (10.38.7)

Bảng 25

Thiết bị truyền thông không dây mẫu

HÌNH 40 mô tả thiết bị truyền thông không dây mẫu, theo ít nhất một phương án. Thiết bị 1200 có thể là AP, STA, và/hoặc thiết bị truyền thông không dây khác bất kỳ. Vì vậy, AP, STA, và/hoặc thiết bị tính toán và truyền thông khác bất kỳ được mô tả trong bản mô tả này (ví dụ, AP 1102, STA 1110-1140, v.v.) có thể có cấu trúc tương tự với cấu trúc mẫu được mô tả kết hợp với HÌNH 26. Ngoài ra, các thiết bị khác được đề cập trong bản mô tả này theo các thuật ngữ như thiết bị khởi tạo, thiết bị trả lời, v.v., có thể có cấu trúc tương tự với cấu trúc được mô tả theo HÌNH 26.

Như được minh họa trong HÌNH 40, thiết bị mẫu 1200 bao gồm giao diện truyền thông 1202, bộ xử lý 1204, bộ nhớ dữ liệu 1206 chứa các lệnh chương trình 1208, và giao diện người dùng tùy chọn 1210, tất cả được kết nối giao tiếp bằng đường truyền hệ thống 1212. Các kiến trúc thiết bị khác cũng có thể được sử dụng, như kiến trúc được cung cấp và mô tả được trình bày trong sáng chế thông qua ví dụ và không giới hạn.

Giao diện truyền thông 1202 có thể bao gồm một hoặc nhiều giao diện truyền thông không dây (để giao tiếp theo, ví dụ, LTE, WiFi (tức là một hoặc nhiều giao thức IEEE 802.11 bất kỳ), Bluetooth, và/hoặc tương tự) và/hoặc một hoặc nhiều giao diện truyền thông có dây (để giao tiếp theo, ví dụ, Ethernet, USB, và/hoặc tương tự). Như vậy, giao diện truyền thông 1202 có thể bao gồm phần cứng cần thiết bất kỳ (ví dụ, mạch tích hợp, anten, thẻ Ethernet, v.v.), phần sụn cần thiết bất kỳ, và phần mềm cần thiết bất kỳ để tiến hành một

hoặc nhiều dạng truyền thông với một hoặc nhiều thực thể khác được mô tả trong tài liệu này.

Bộ xử lý 1204 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý thuộc loại bất kỳ có thể phù hợp đối với người có trình độ trong ngành liên quan, một số ví dụ bao gồm bộ vi xử lý đa dụng và bộ xử lý tín hiệu số dành riêng (DSP).

Bộ nhớ dữ liệu 1206 có thể có dạng môi trường đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp bất kỳ hoặc kết hợp các môi trường này, một số ví dụ bao gồm bộ nhớ flash, bộ nhớ chỉ đọc (ROM), và bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (RAM) nhưng chỉ nêu một số, vì một hoặc nhiều loại công nghệ lưu trữ dữ liệu không chuyển tiếp bất kỳ được coi là phù hợp đối với người có trình độ trong ngành liên quan đều có thể được sử dụng. Bộ nhớ dữ liệu 1206 chứa các lệnh chương trình 1208 được thực hiện bởi bộ xử lý 1204 để thực hiện các chức năng khác nhau được mô tả trong sáng chế.

Khi hiện diện, giao diện người dùng tùy chọn 1210 có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị đầu vào (còn được gọi là các thành phần, v.v.) và/hoặc một hoặc nhiều thiết bị đầu ra (còn được gọi là các thành phần, v.v.). Đối với các thiết bị đầu vào, giao diện người dùng tùy chọn 1210 có thể bao gồm một hoặc nhiều màn hình cảm ứng, nút, công tắc, núm, micro, v.v. Đối với các thiết bị đầu ra, giao diện người dùng tùy chọn 1210 có thể bao gồm một hoặc nhiều màn hình, loa, điốt phát quang (LED), v.v. Ngoài ra, một hoặc nhiều thành phần (ví dụ, thành phần màn hình cảm ứng và màn hình tương tác) của giao diện người dùng tùy chọn 1210 có thể cung cấp chức năng nhập dữ liệu người dùng và xuất dữ liệu người dùng. Và tất nhiên các thành phần giao diện người dùng khác có thể được sử dụng trong ngữ cảnh đã cho, được người có trình độ trong ngành biết đến.

HÌNH 41 minh họa phương pháp theo còi chùm cho 802.11ay đối với thiết bị khởi tạo 210. Phương pháp 1300 có thể bao gồm bước tạo gói hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu ở thiết bị khởi tạo có trường thiết lập được tiền mã hóa và trường ước tính kênh không được tiền mã hóa tại bước 1310. Trường thiết lập được tạo cấu hình để có thông số chỉ báo theo dõi kênh băng gốc số (DBC). Tại bước 1320, gói hướng dẫn điều hướng chùm tín hiệu được phát bằng cách sử dụng các hệ số chùm tương tự được xác định trước. Ngoài ra, tại bước 1330, thiết bị khởi tạo 210 thu từ thiết bị trả lời 220 thông báo phản hồi có dữ liệu bộ tiền mã hóa của bộ phát dựa trên ước DBC được tạo bởi thiết

bị trả lời 220.

HÌNH 42 minh họa phương pháp theo dõi chùm cho 802.11ay đối với thiết bị trả lời 220. Phương pháp 1400 có thể thu gói hướng dẫn bởi thiết bị trả lời 220 có nhiều anten và tạo phản hồi tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu bằng cách xử lý gói hướng dẫn thu được với các hệ số chùm tương tự được xác định trước đó ở bước 1410. Tiếp theo, thiết bị trả lời 220 xác định sự theo dõi DBC có được chỉ báo dựa trên thông số kiểu theo dõi có trong gói hướng dẫn thu được ở bước 1420 hay không. Ở bước 1430, thiết bị trả lời 220 xử lý tín hiệu hướng dẫn không được tiền mã hóa trong tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu và xác định phản hồi ước tính DBC. Tiếp theo, ở bước 1440, thiết bị trả lời 220 cung cấp thông báo phản hồi có dữ liệu bộ tiền mã hóa của bộ phát dựa trên ước tính DBC.

Ghi chú bổ sung

Mặc dù các tính năng và phần tử của sáng chế được mô tả trong các phương án ưu tiên trong các tổ hợp cụ thể, mỗi tính năng hoặc phần tử có thể được sử dụng một mình mà không có các tính năng và phần tử khác của các phương án ưu tiên hoặc trong các tổ hợp khác nhau có hoặc không có các tính năng và phần tử khác của sáng chế.

Mặc dù các phương án được mô tả trong sáng chế xem xét các giao thức cụ thể 802.11, cần hiểu rằng các phương án được mô tả không giới hạn ở trường hợp này và cũng có thể áp dụng cho các hệ thống không dây khác.

Xuyên suốt các phương án và ví dụ, các vùng trống trong các hình thường ngụ ý rằng không có giới hạn cho vùng này và có thể sử dụng phương án bất kỳ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện bởi thiết bị thu/phát không dây (WTRU) có nhiều ăng-ten, phương pháp này bao gồm:

bước thu gói hướng dẫn bao gồm thông tin chỉ ra loại theo dõi chùm là bất kỳ theo dõi chùm tương tự và theo dõi chùm kỹ thuật số;

với điều kiện loại theo dõi chùm được chỉ định là theo dõi chùm kỹ thuật số, tạo ra thông tin phản hồi liên quan đến: (1) tín hiệu thu được tạo thành chùm được tạo ra theo hệ số chùm tương tự được xác định trước; (2) tín hiệu hướng dẫn không được mã hóa trước trong tín hiệu thu dạng chùm; và (3) dữ liệu bộ tiền mã hóa bộ phát được liên kết với ước tính kênh băng gốc số (DBC) được xác định bởi WTRU; và,

bước phát thông báo phản hồi bao gồm thông tin phản hồi được tạo ra dựa trên loại theo dõi chùm được chỉ định là theo dõi chùm kỹ thuật số.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông báo phản hồi được cung cấp theo giao thức kiểm tra vòng.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông báo phản hồi bao gồm các hệ số kênh được lượng tử hóa.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông báo phản hồi bao gồm giá trị chỉ số của bộ tiền mã hóa.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu hướng dẫn không được tiền mã hóa bao gồm các chuỗi hướng dẫn (TRN).

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu hướng dẫn không được tiền mã hóa bao gồm trường ước tính kênh (CEF).

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó CEF được thu sau khoảng đệm của gói hướng dẫn thu được.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó CEF được chứa trong phần đầu thiết lập của gói hướng dẫn thu được.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu thu được điều hướng chùm tín hiệu bao gồm thông số sử dụng chỉ báo việc duy trì cấu hình hiện tại cho tín hiệu thu được dạng chùm.

10. Thiết bị thu/phát không dây (WTRU) bao gồm bộ xử lý, bộ phát và bộ thu, trong đó bộ xử lý, bộ phát và bộ thu được tạo cấu hình để:

thu gói hướng dẫn bao gồm thông tin chỉ ra loại theo dõi chùm là bất kỳ theo dõi chùm tương tự và theo dõi chùm kỹ thuật số;

với điều kiện loại theo dõi chùm được chỉ định là theo dõi chùm kỹ thuật số, tạo ra thông tin phản hồi liên quan đến: (1) tín hiệu thu được tạo thành chùm được tạo ra theo hệ số chùm tương tự được xác định trước; (2) tín hiệu hướng dẫn không được mã hóa trước trong tín hiệu thu dạng chùm; và (3) dữ liệu bộ tiền mã hóa bộ phát được liên kết với ước tính kênh băng gốc số (DBC) được xác định bởi WTRU; và,

phát thông báo phản hồi bao gồm thông tin phản hồi được tạo ra dựa trên loại theo dõi chùm được chỉ định là theo dõi chùm kỹ thuật số.

11. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ thu được tạo cấu hình để thu trường ước tính kênh (CEF) được chứa trong phần đầu thiết lập của gói hướng dẫn thu được.

12. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ phát được tạo cấu hình để cung cấp thông báo phản hồi theo giao thức kiểm tra vòng.

13. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để bao gồm các hệ số kênh được lượng tử hóa trong thông tin phản hồi.

14. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để bao gồm giá trị chỉ số của bộ tiền mã hóa trong thông tin phản hồi.

15. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xử lý trường ước tính kênh (CEF).

16. WTRU theo điểm 15, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xử lý CEF trong phần đầu thiết lập của gói hướng dẫn thu được.

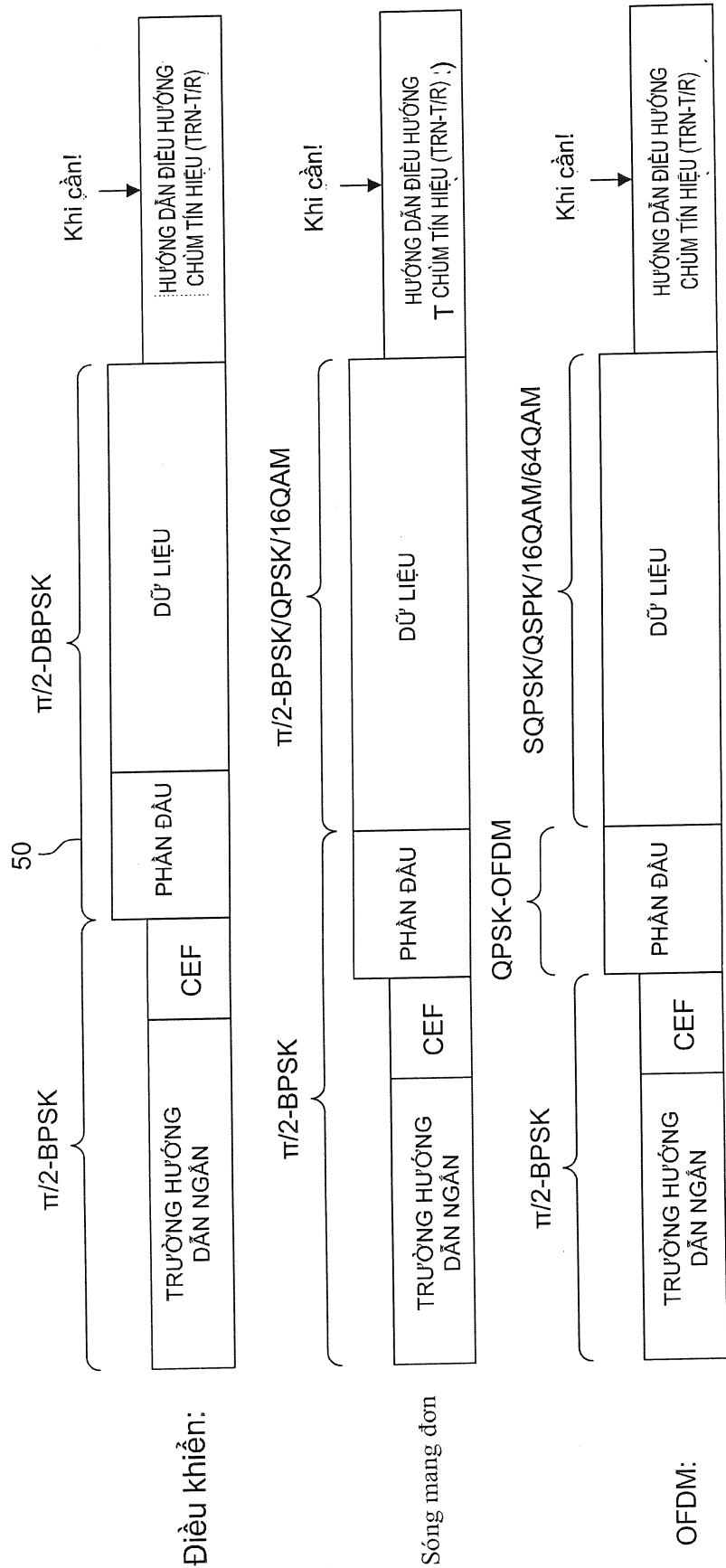
17. WTRU theo điểm 15, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xử lý CEF sau khoảng đệm của gói hướng dẫn thu được.

18. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xử lý các chuỗi hướng dẫn (TRN).

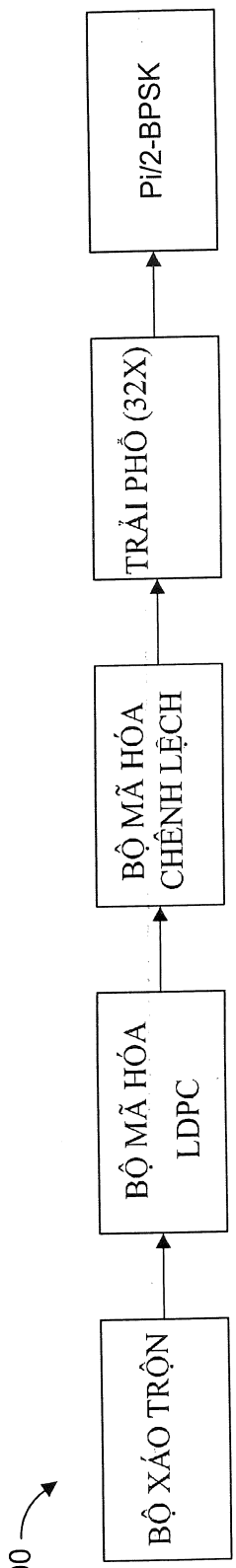
19. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ phát được tạo cấu hình để phát thông số sử dụng

để chỉ báo việc duy trì cấu hình hiện tại cho tín hiệu thu được dạng chùm.

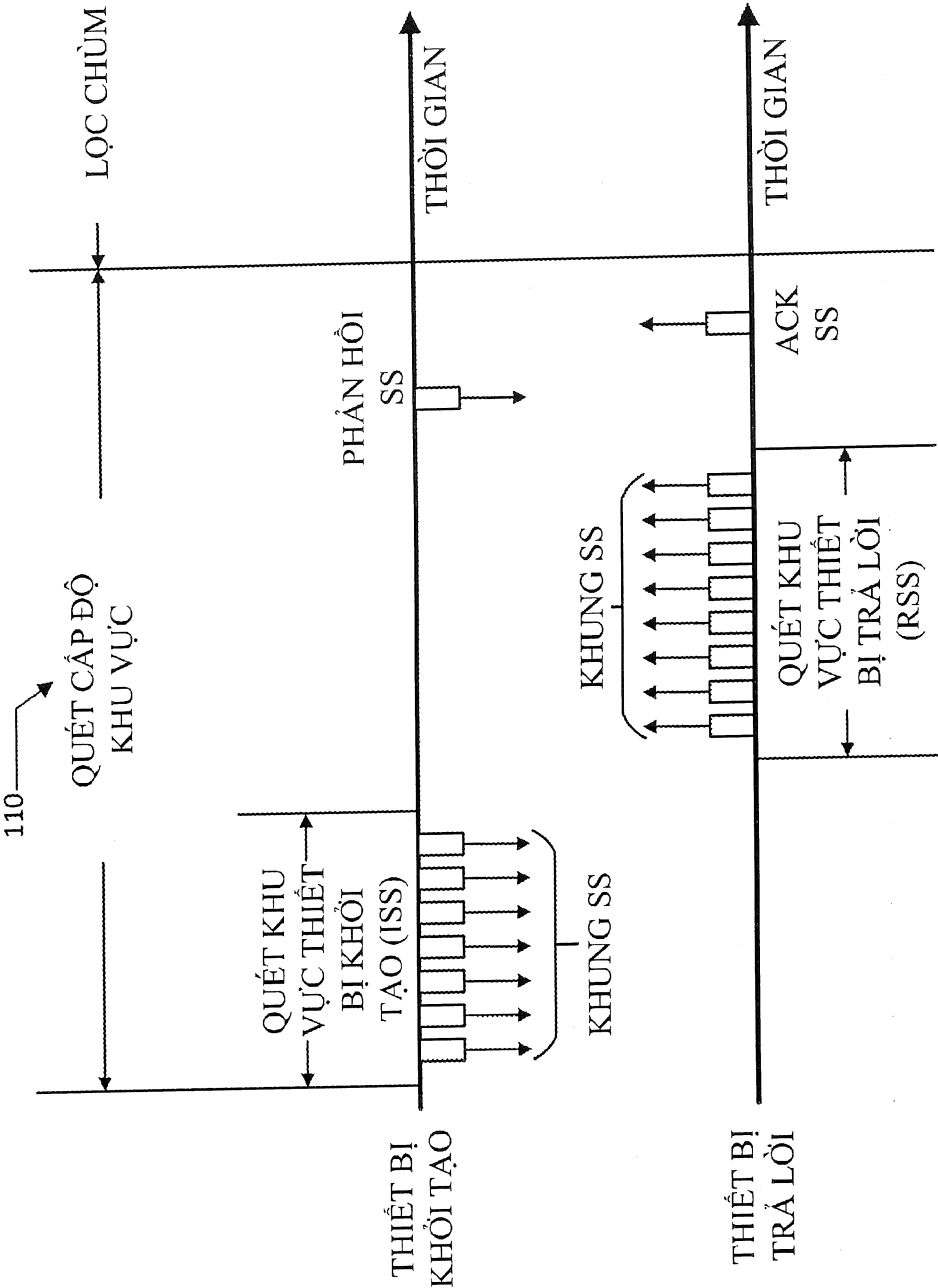
20. WTRU theo điểm 10, trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để xác định ước tính DBC bằng cách xử lý các chuỗi hướng dẫn (TRN) và trường ước tính kênh (CEF).



HÌNH 1



HÌNH 2



HÌNH 3

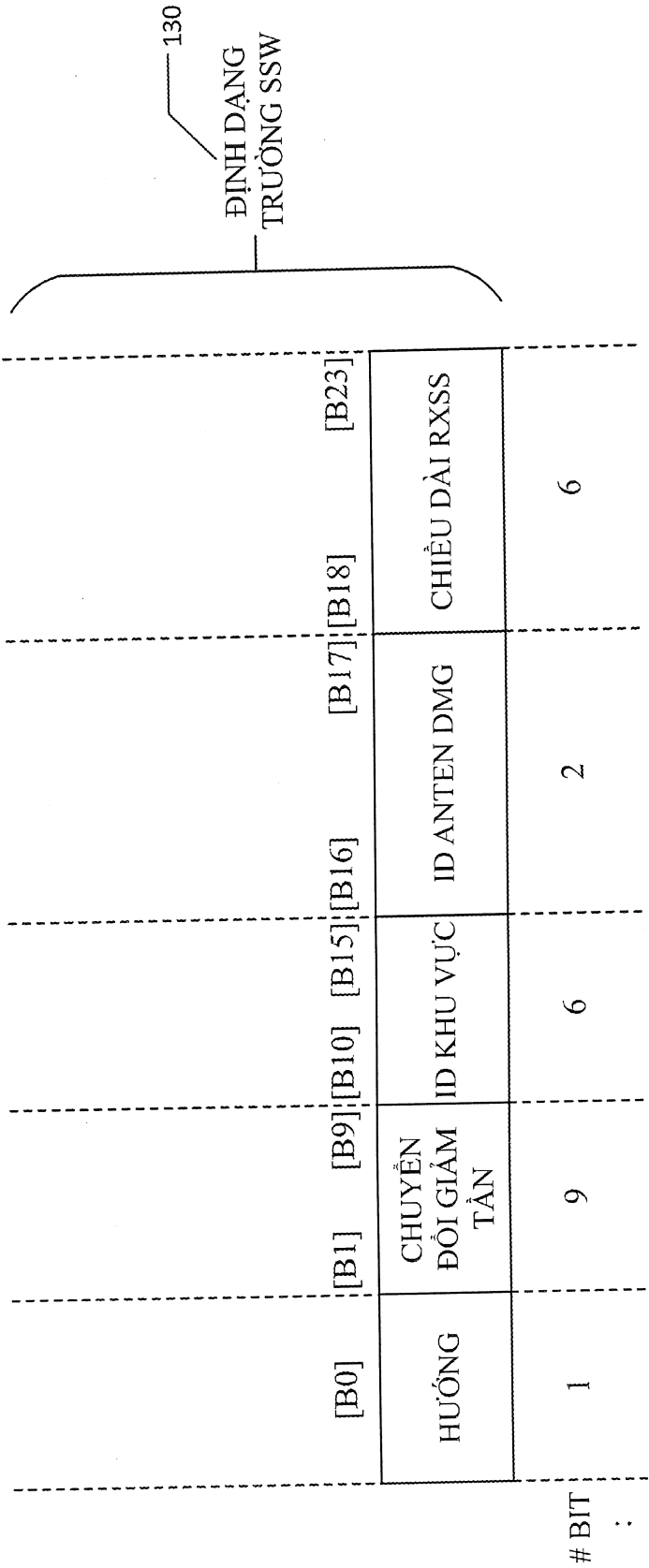
ĐIỀU KHIỂN KHUNG	KHOẢNG THỜI GIAN	RA	TA	SSW	PHẢN HỒI SSW	FCS
------------------	------------------	----	----	-----	--------------	-----

OCTET 2 2 6 6 3 3 4

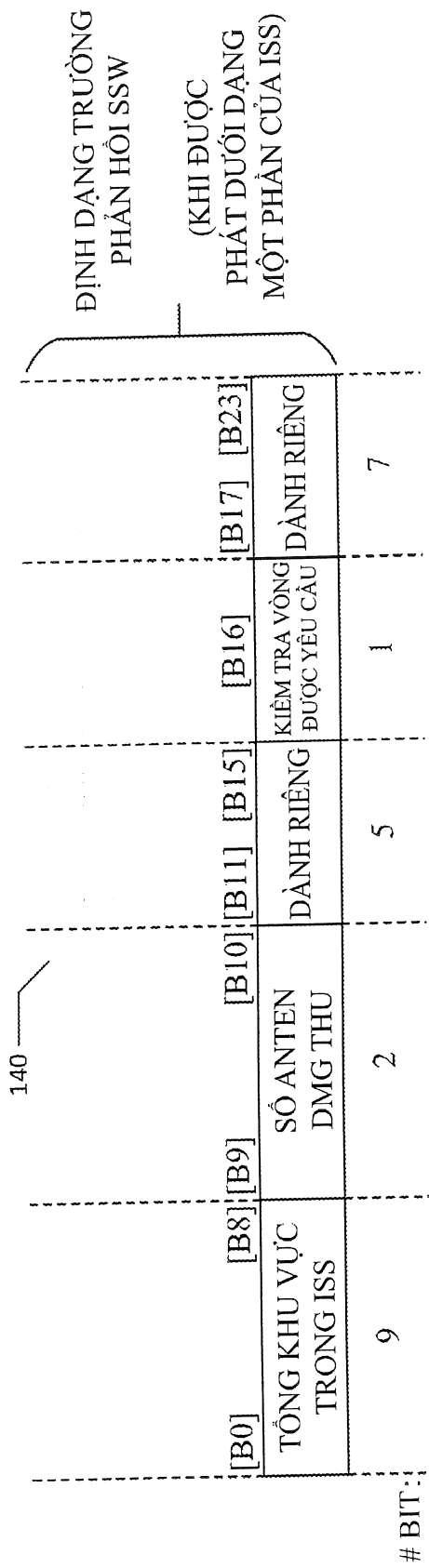
:

120 / ————— ĐỊNH DẠNG KHUNG SSW

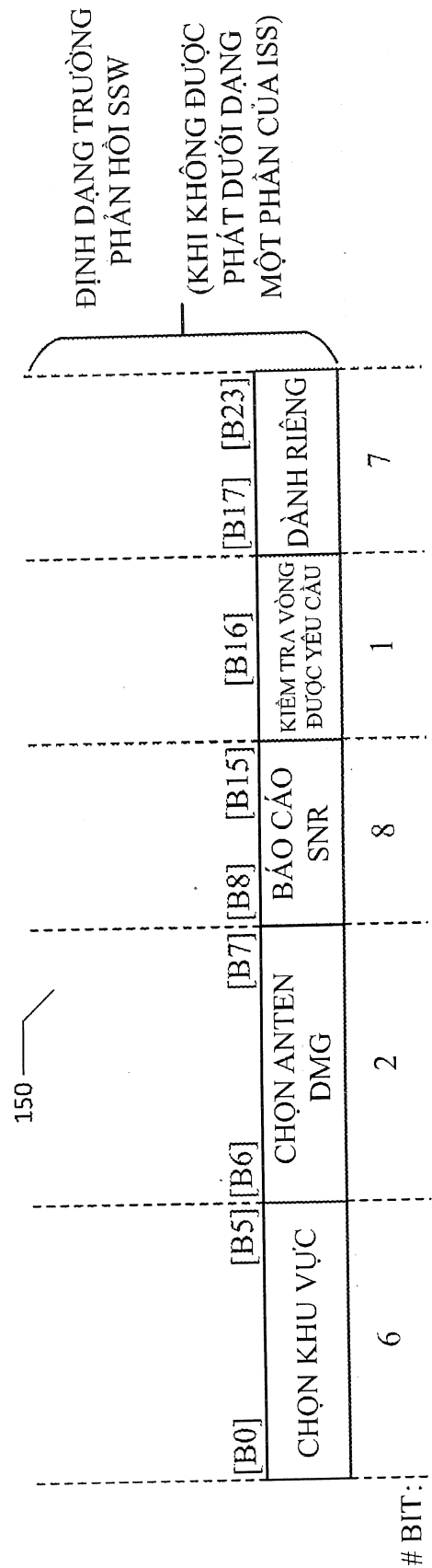
HÌNH 4



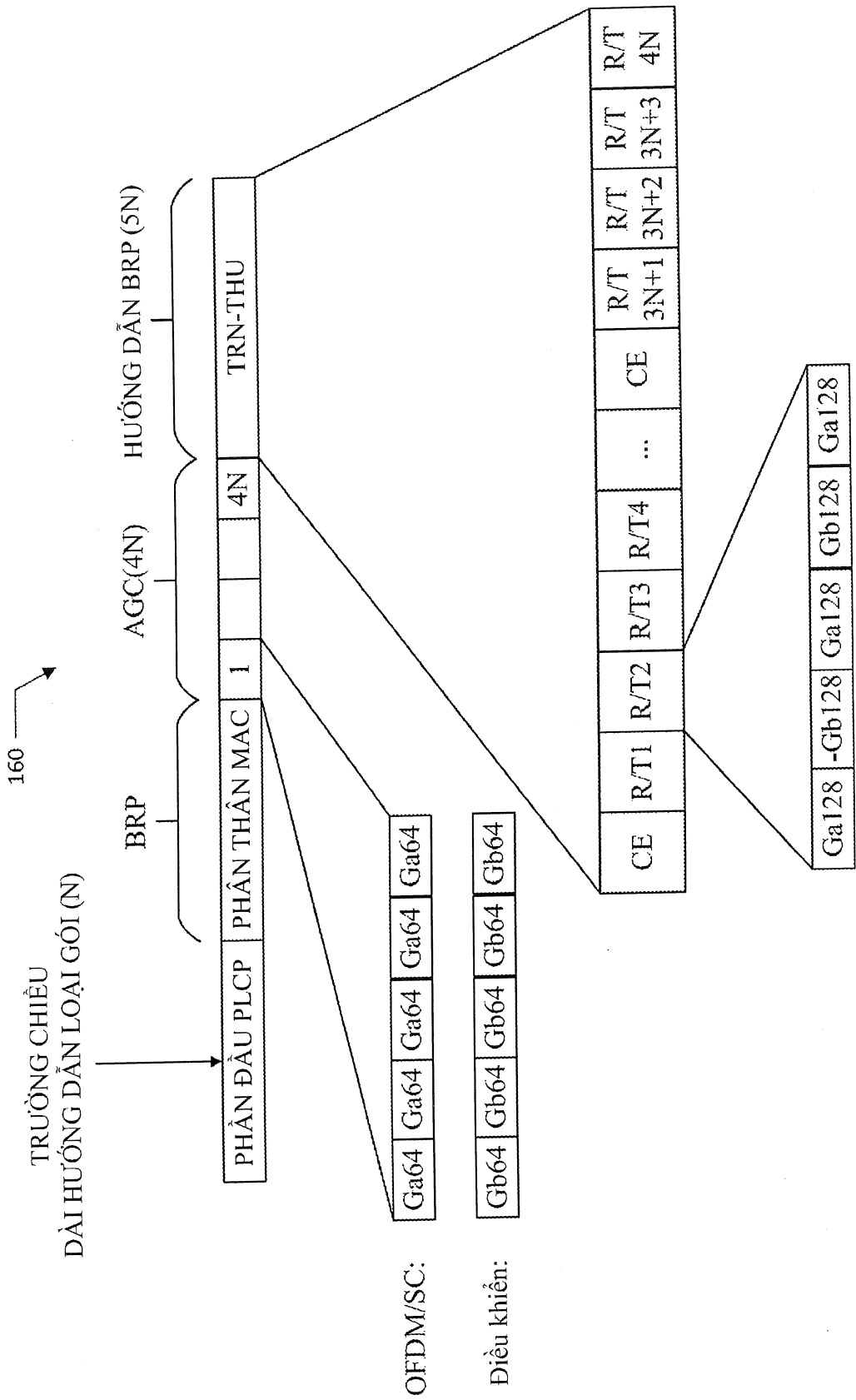
HÌNH 5



HÌNH 6A



HÌNH 6B

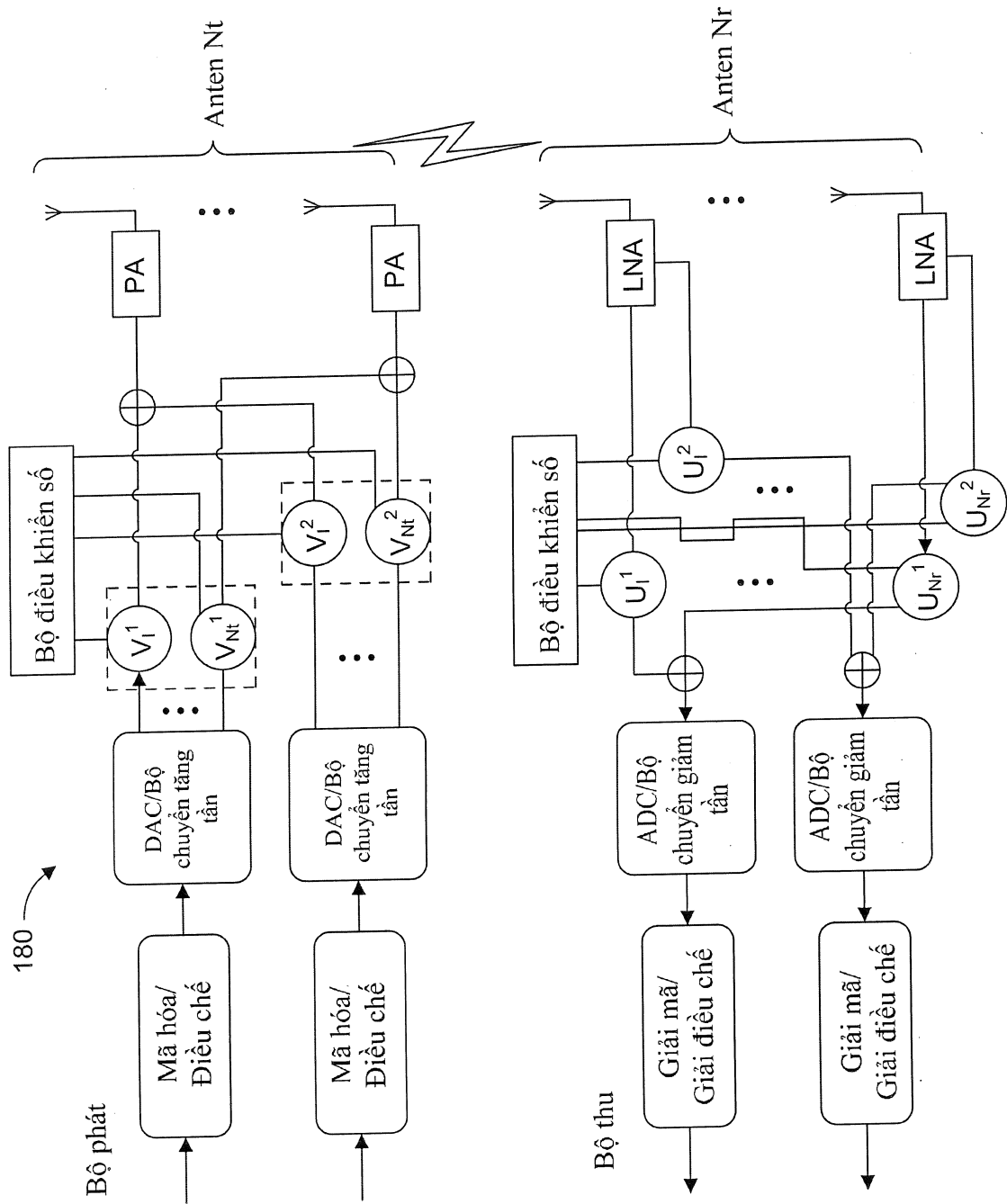


HÌNH 7

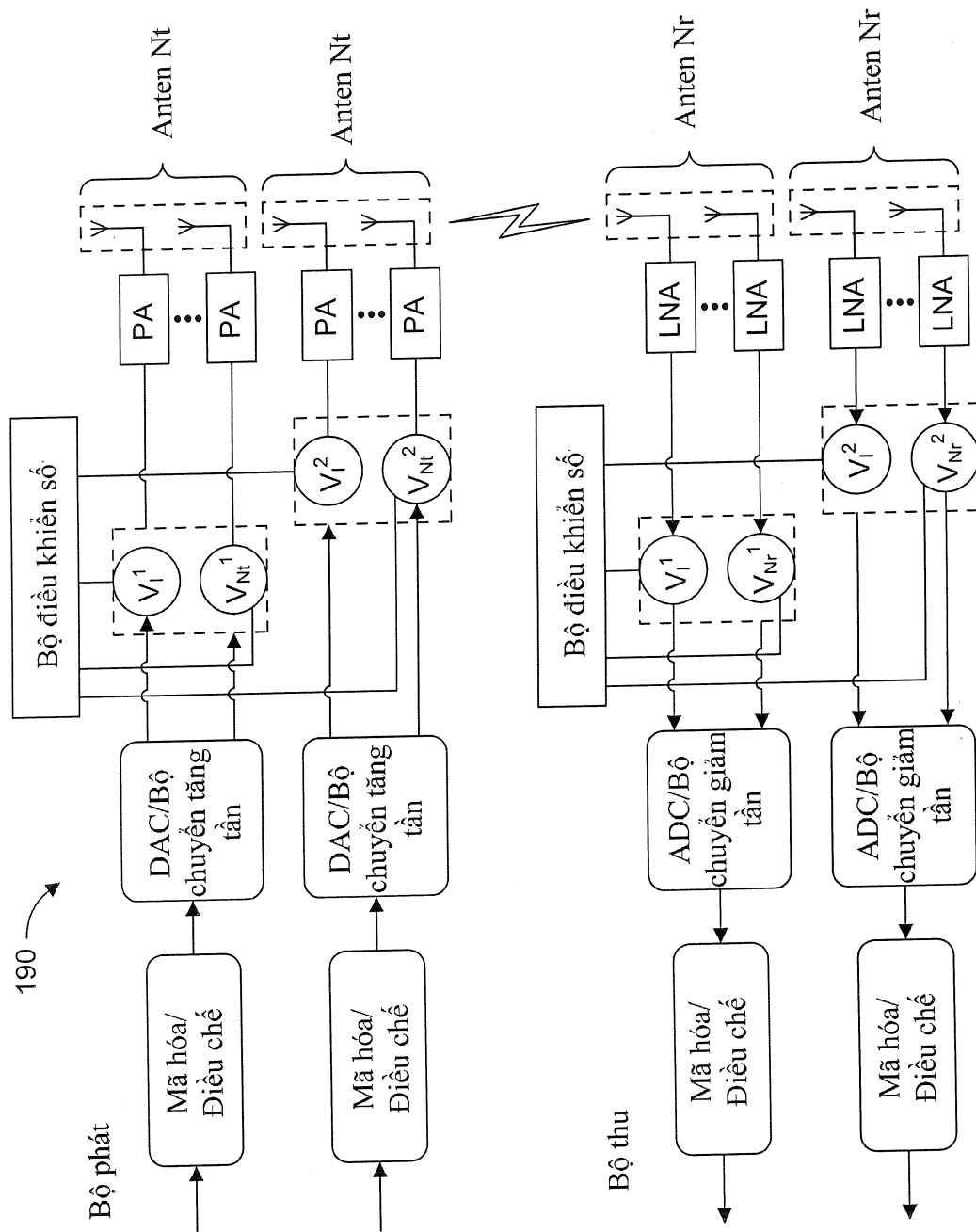
170 —————→

L-STF	L-CEF	L-Phần dầu	EDMG- Phần đầu-A	EDMG- STF	EDMG- CEF	EDMG- Phần đầu-B	Dữ liệu	AGC	TRN
-------	-------	------------	---------------------	--------------	--------------	---------------------	---------	-----	-----

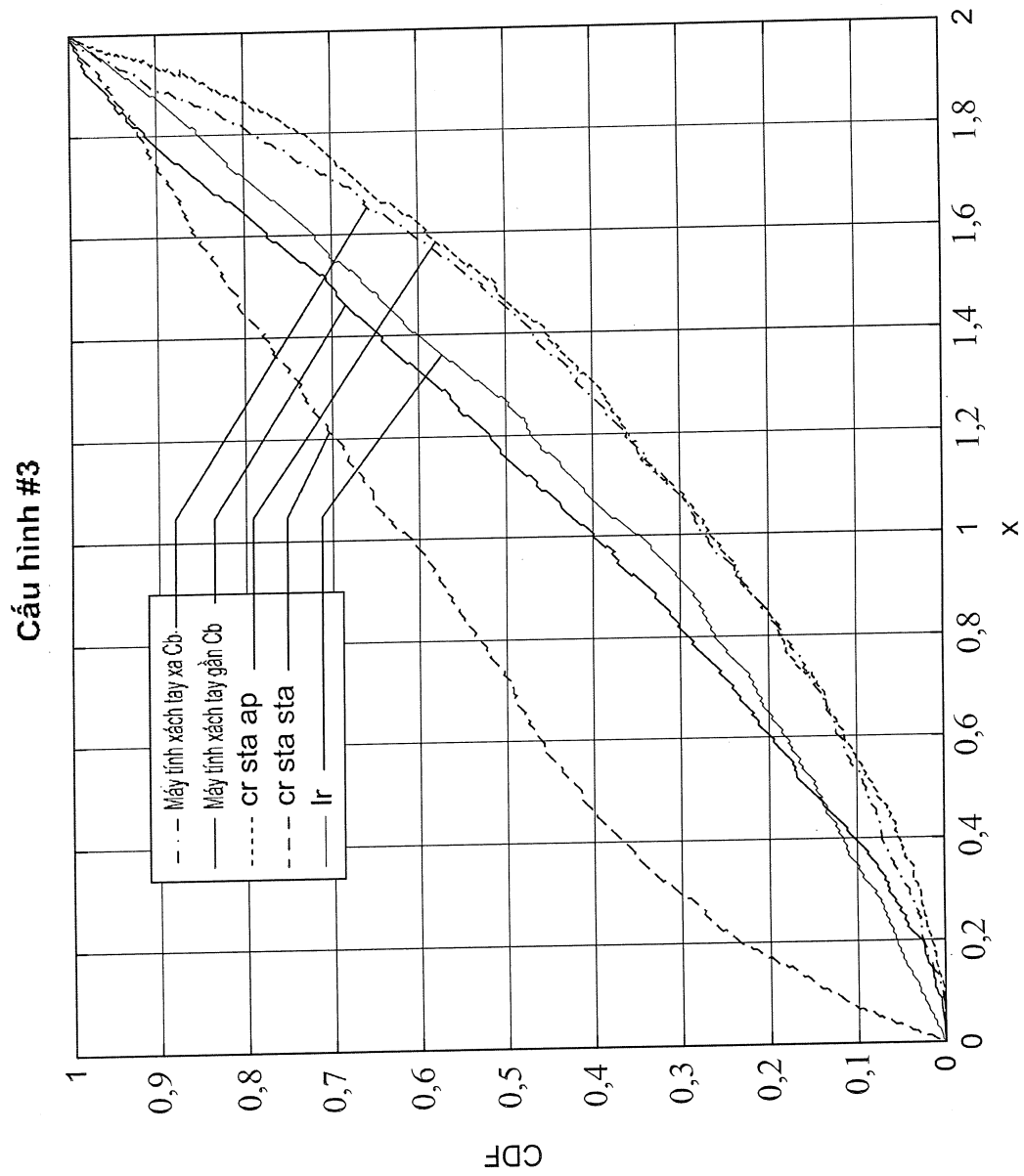
HÌNH 8



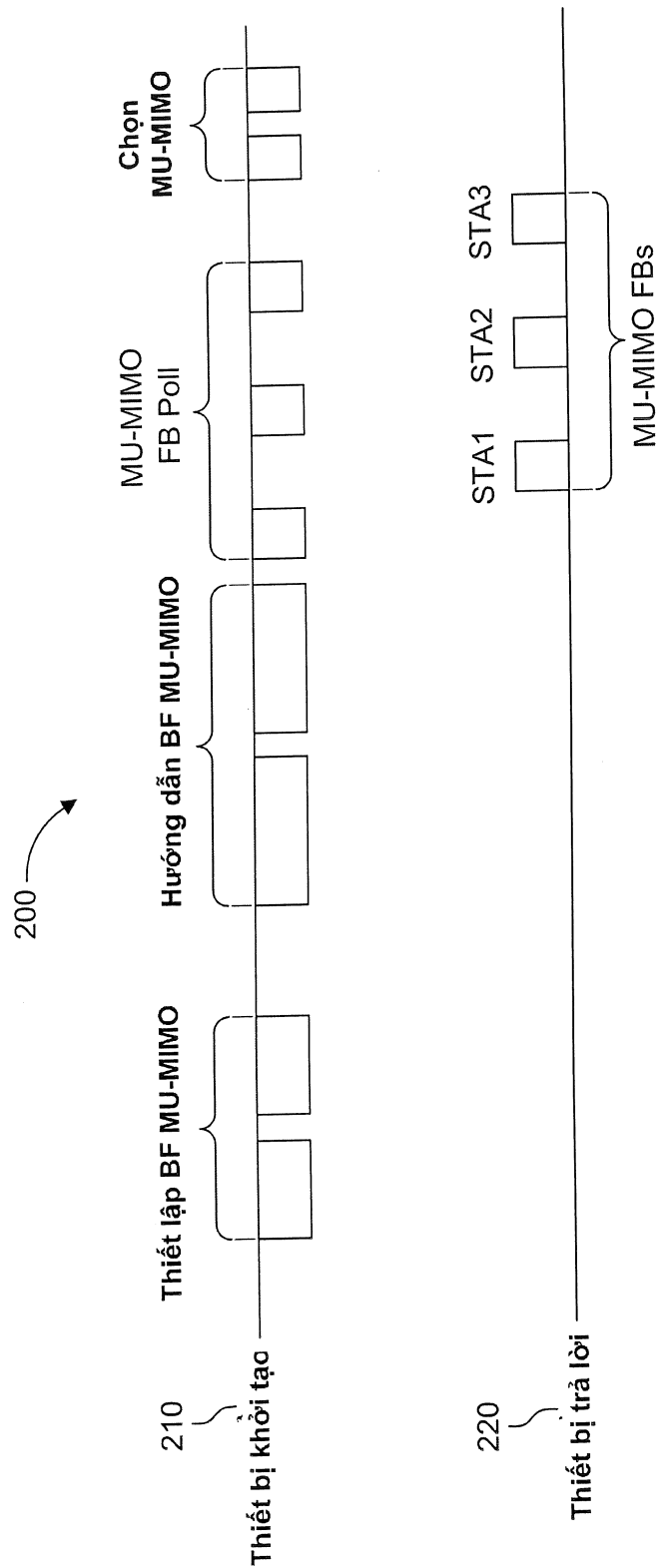
6 HNNH



HÌNH 10



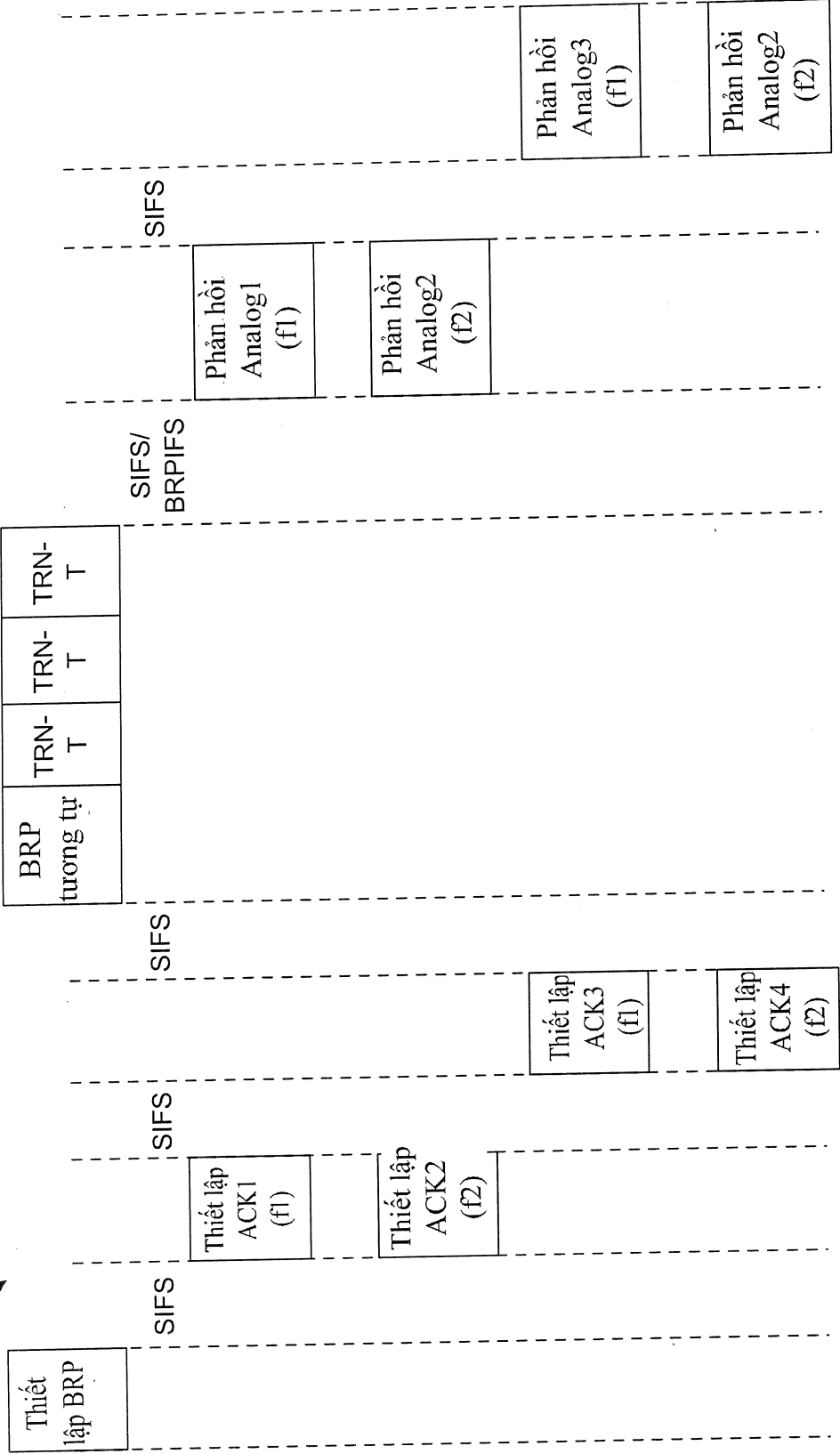
HÌNH 11



HÌNH 12A

Pha 1 (Pha SISO) I-BRP + Pha 2: ví dụ SU-MIMO

230



Thiết lập BRP: có thể sử dụng ID nhóm được xác định trong SSW nhóm hoặc ID cấu hình MU-MIMO
Có thể xác định tài nguyên phản hồi kênh ACK/phản hồi (tần số và thời gian)
Lưu ý: sử dụng kiểm tra vòng ăng ghĩa là khung thiết lập bao gồm thông tin trên tài nguyên phản hồi

HÌNH 12B

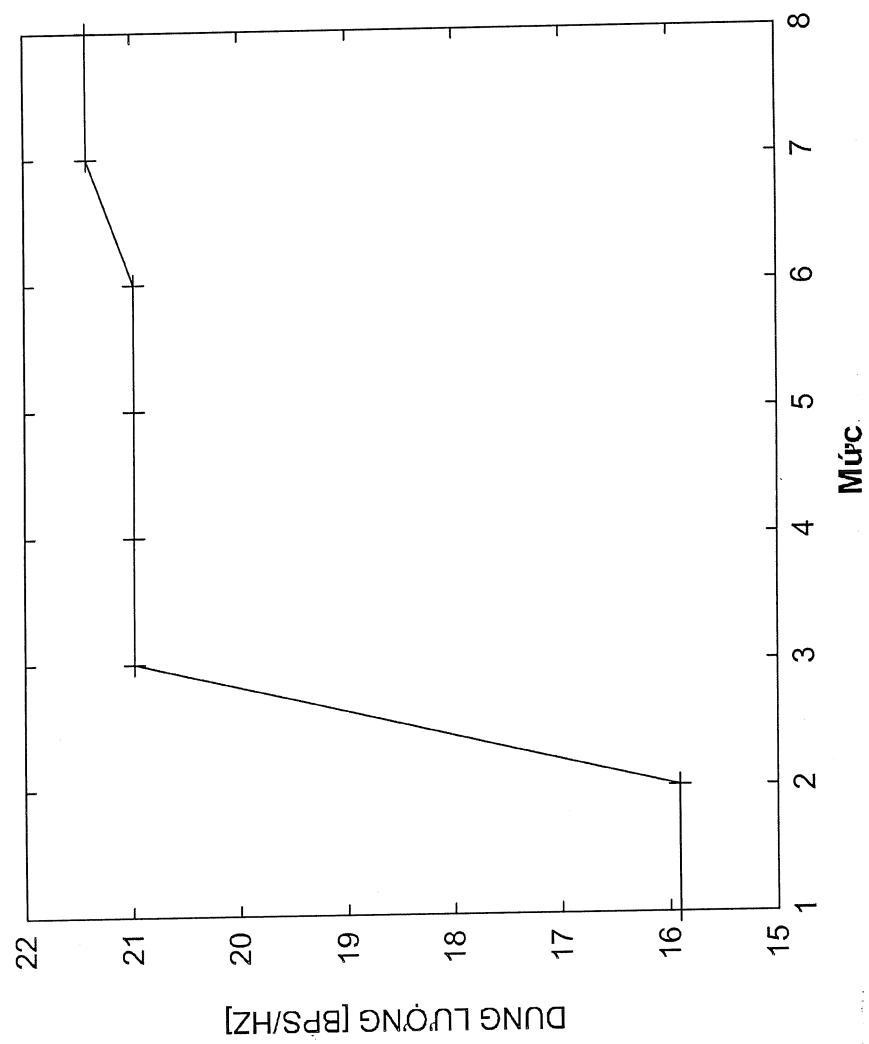
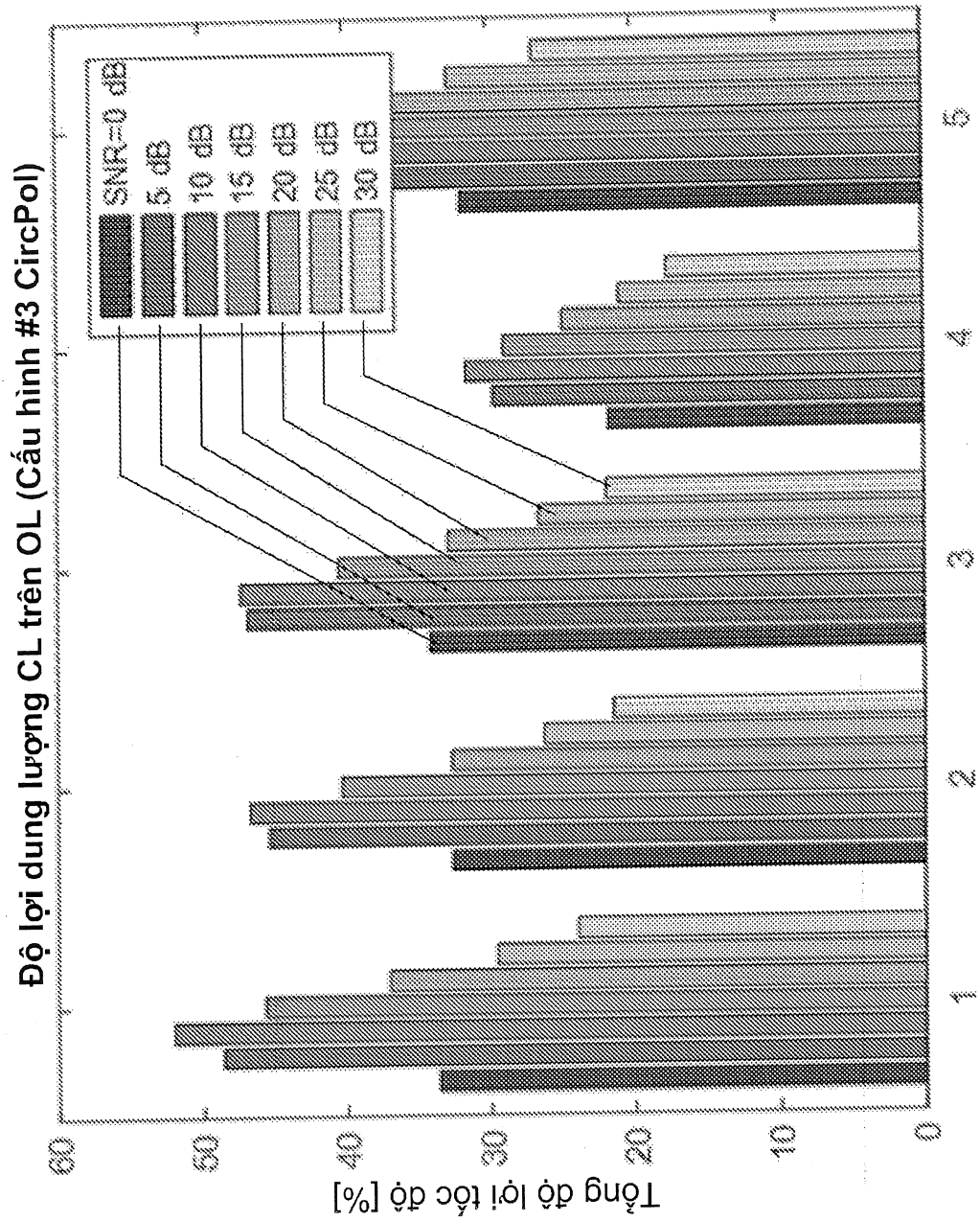
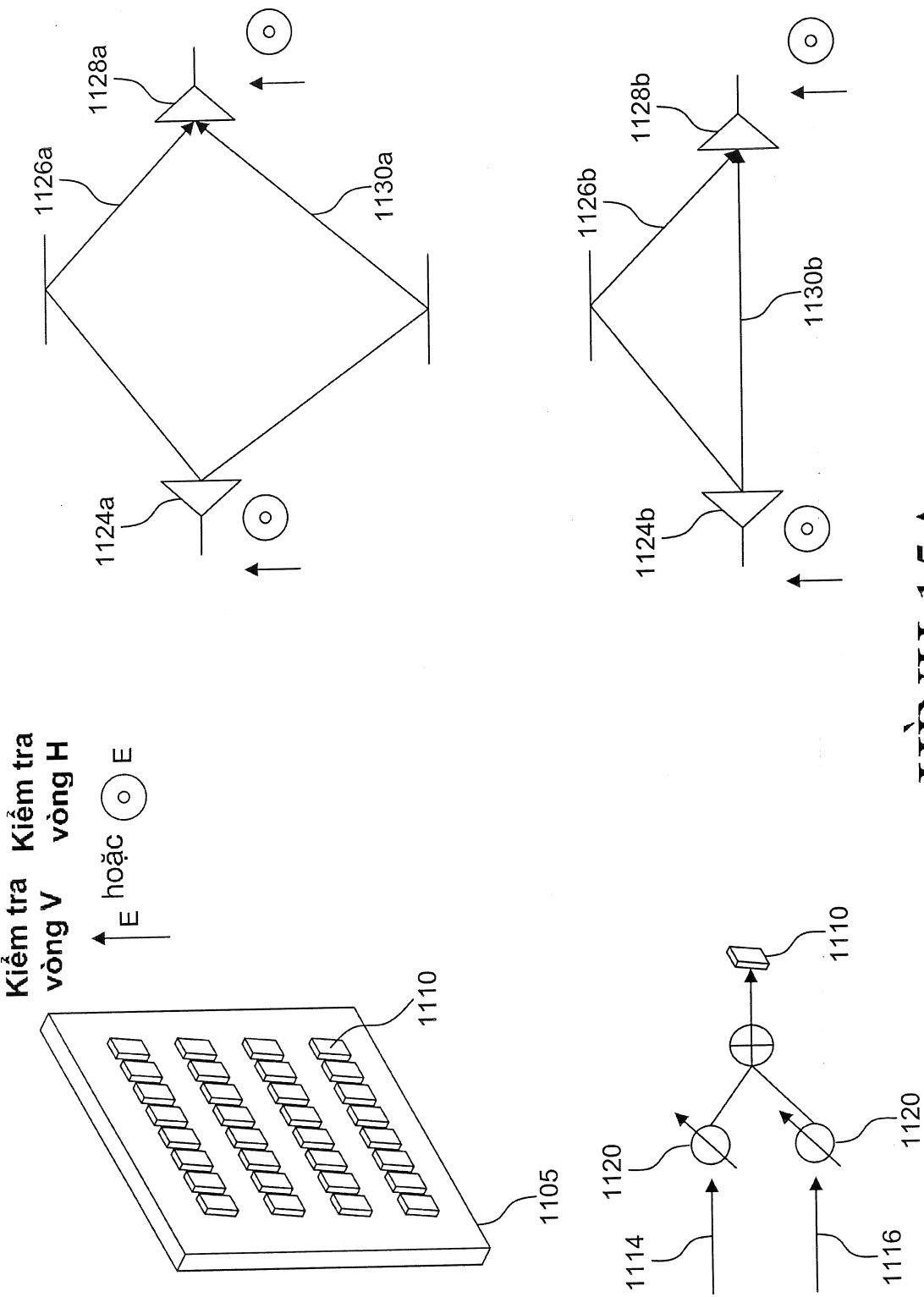


FIG. 13

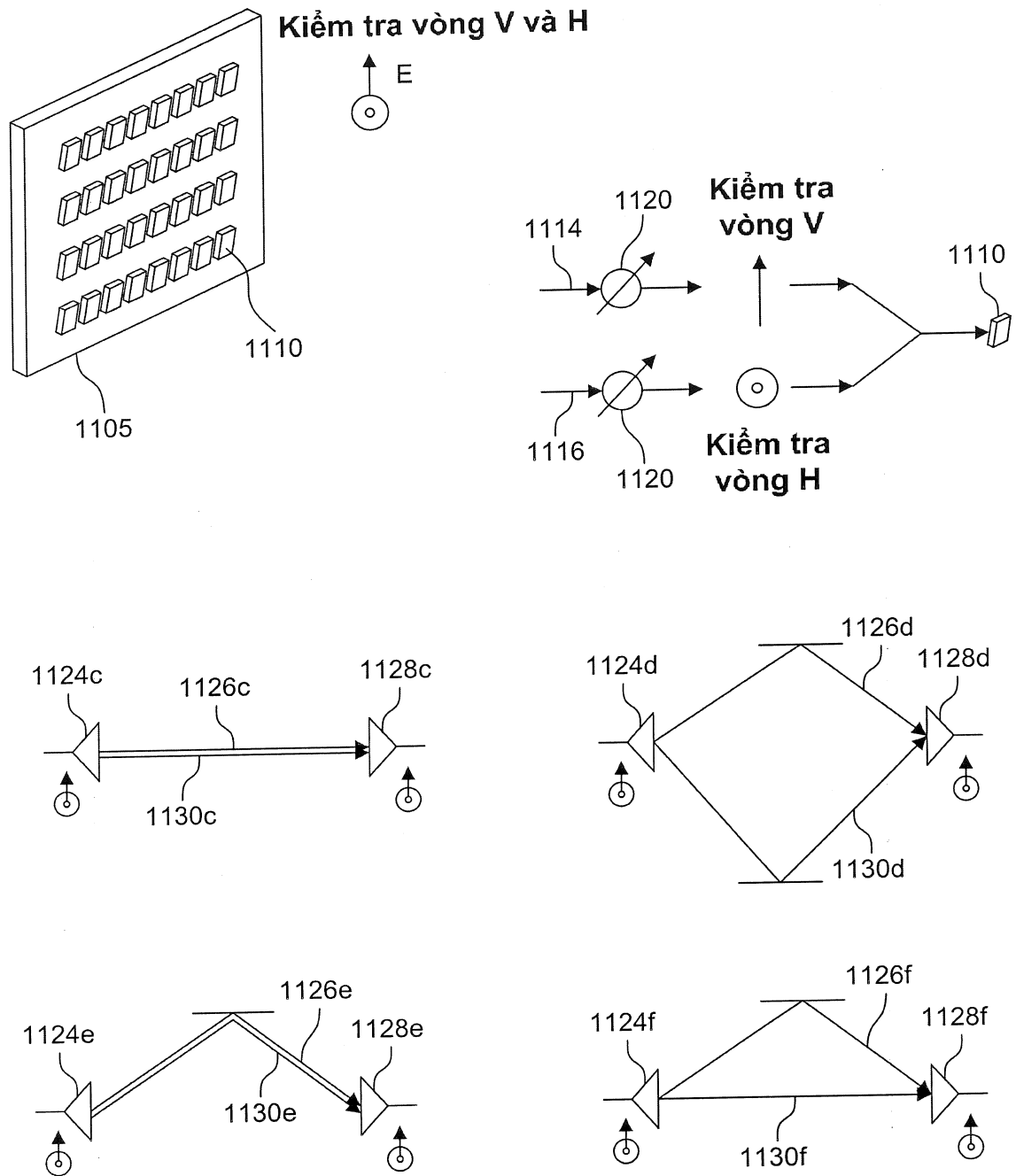


Trường hợp

HÌNH 14

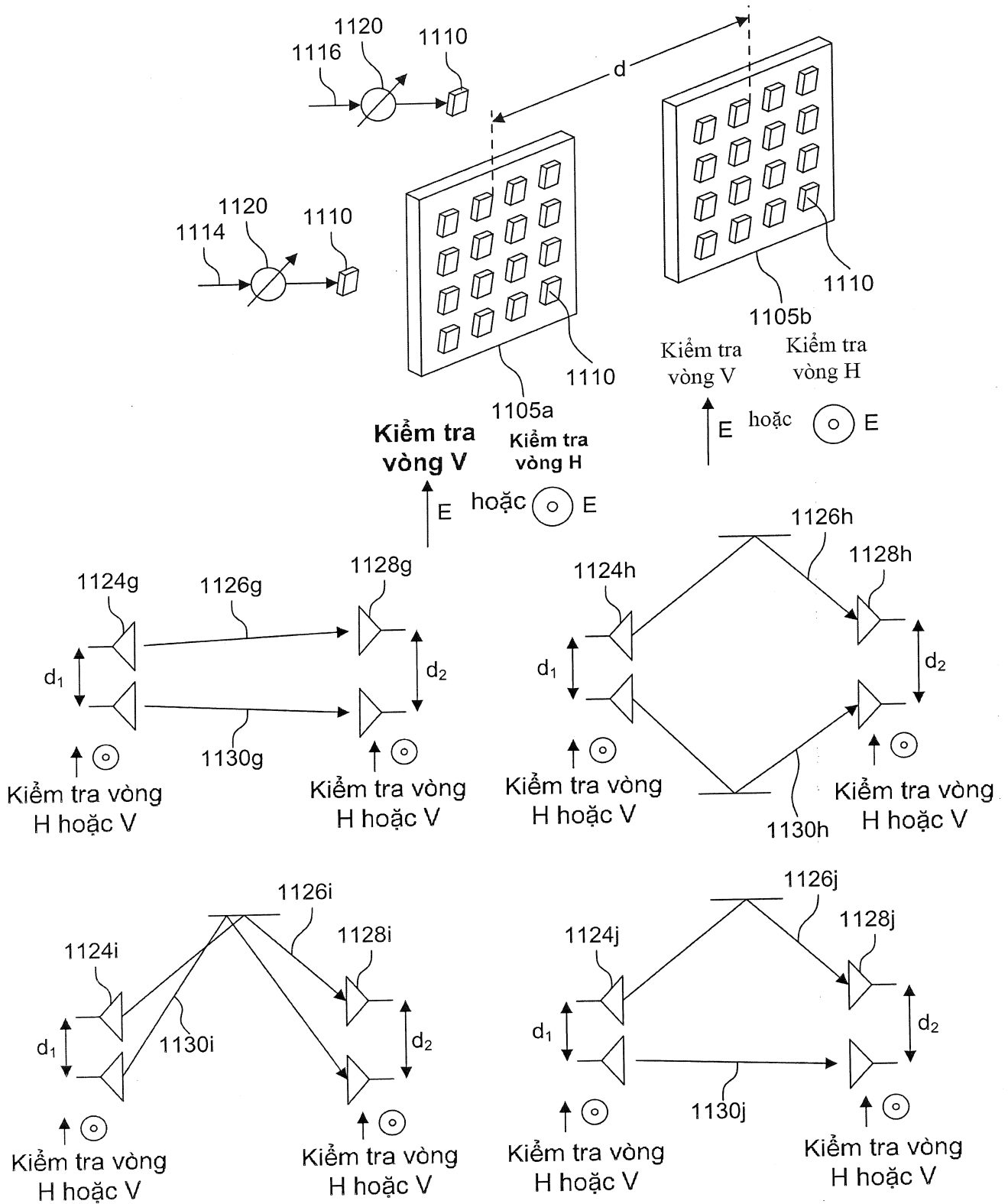


HÌNH 15A



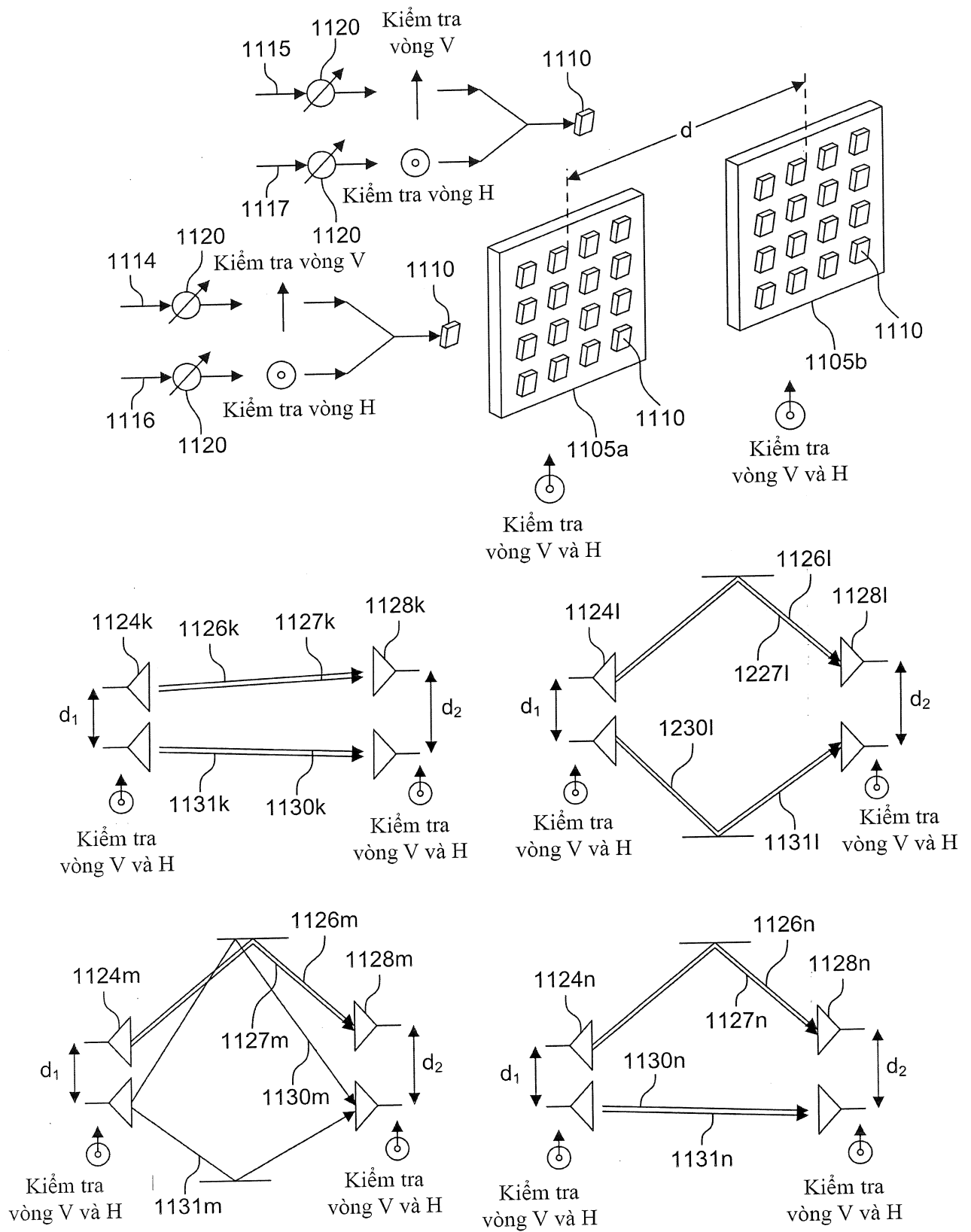
HÌNH 15B

17/39



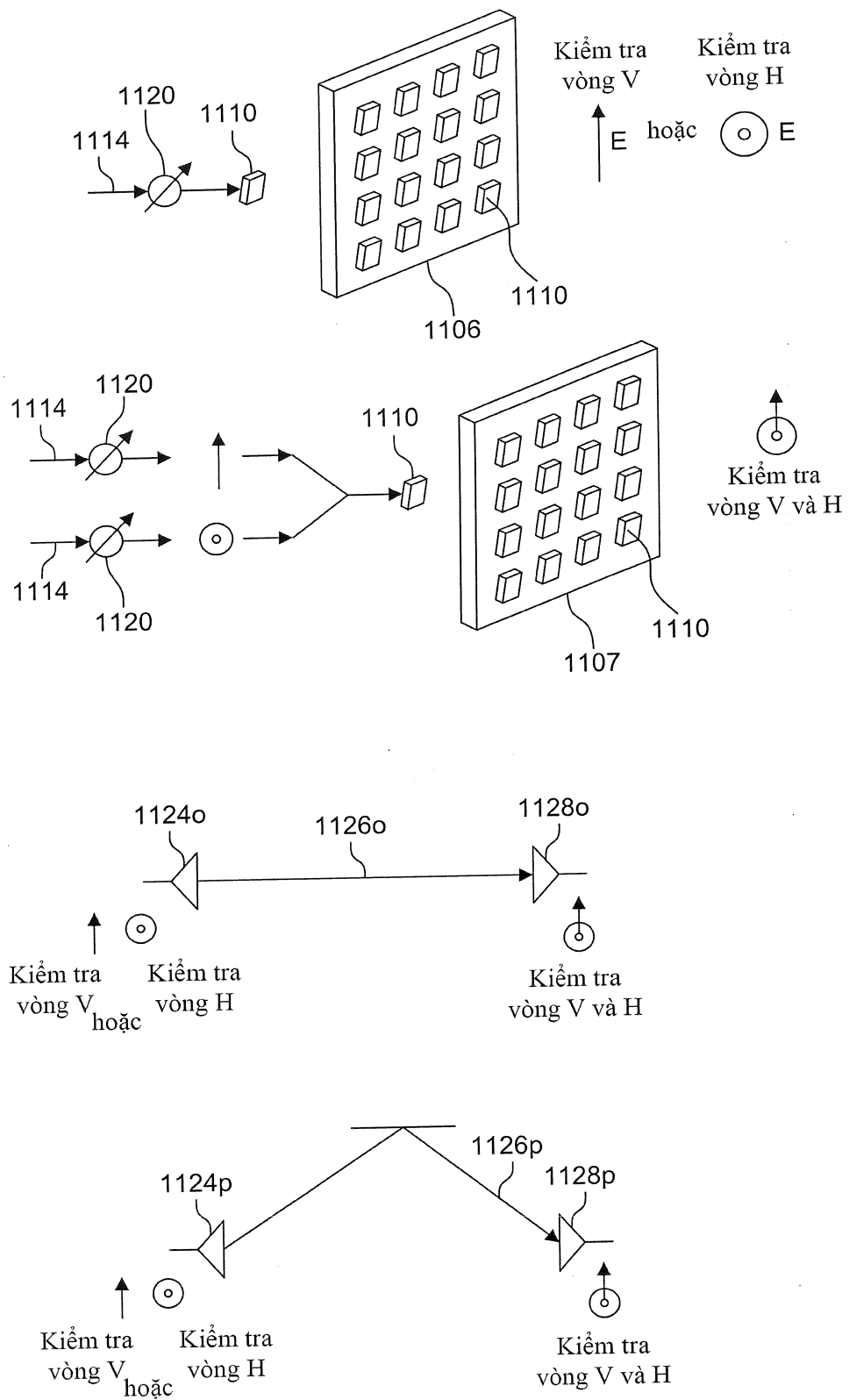
HÌNH 15C

18/39



HÌNH 15D

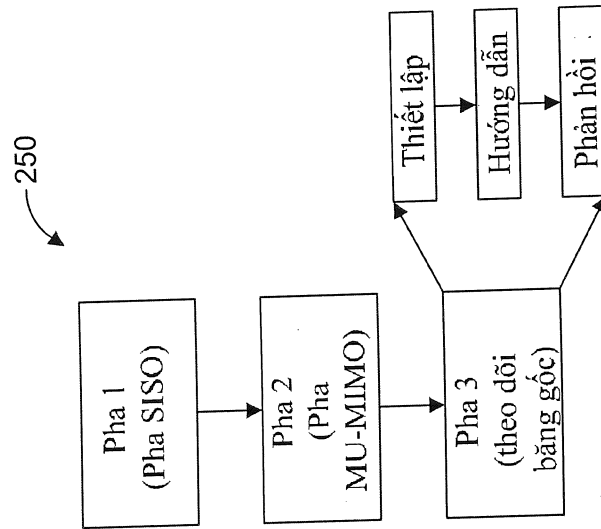
19/39



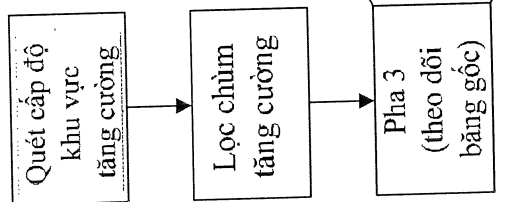
HÌNH 15E

$\begin{bmatrix} 0.2791 + 0.1297I \\ -0.0731 - 0.0339I \\ -0.0254 + 0.3488I \\ 0.0012 - 0.0161I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.0671 + 0.0316I \\ 0.3423 + 0.1600I \\ -0.0012 + 0.0161I \\ -0.0254 + 0.3487I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.2849 - 0.1880I \\ -0.0596 + 0.0394I \\ -0.1400 - 0.3599I \\ 0.0283 + 0.0728I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 0.0597 - 0.0394I \\ 0.2849 - 0.1880I \\ -0.0313 - 0.0805I \\ -0.1141 - 0.2933I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 98 + 46I \\ -26 - 12I \\ -9 + 123I \\ 0 - 6I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 24 + 11I \\ 121 + 56I \\ 0 + 6I \\ -9 + 123I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 101 - 66I \\ -21 + 14I \\ -49 - 127I \\ 10 + 26I \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 21 - 14I \\ 101 - 66I \\ -11 - 28I \\ -40 - 103I \end{bmatrix}$
--	--	--	--	--	--	--	--

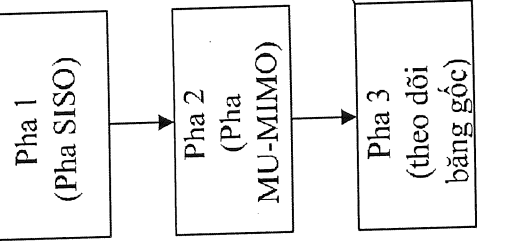
HÌNH 16



240

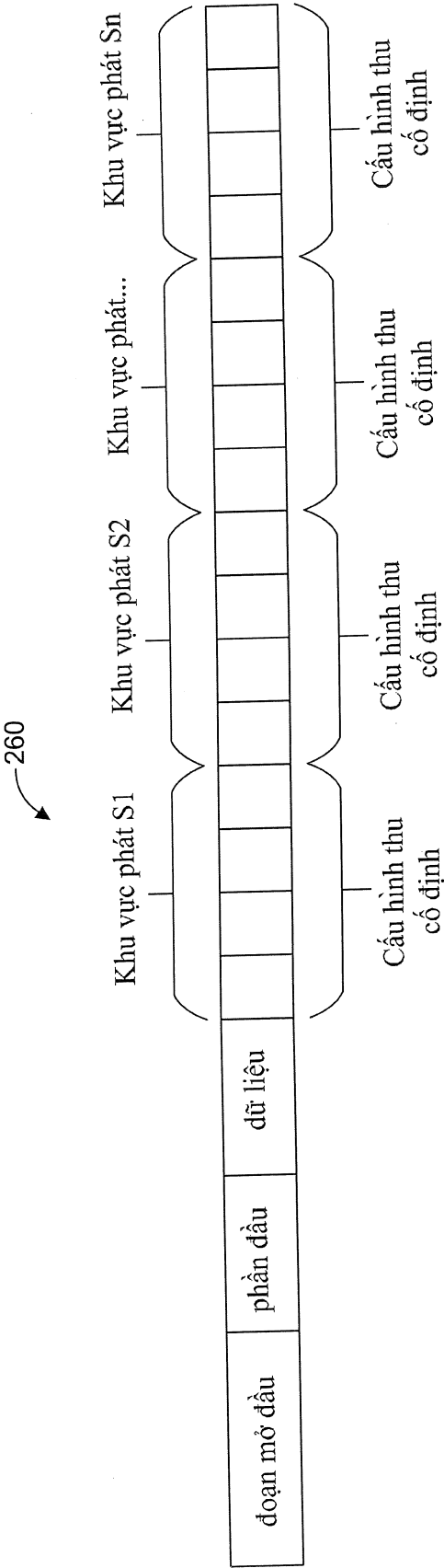


250



HÌNH 18

HÌNH 17



HÌNH 19

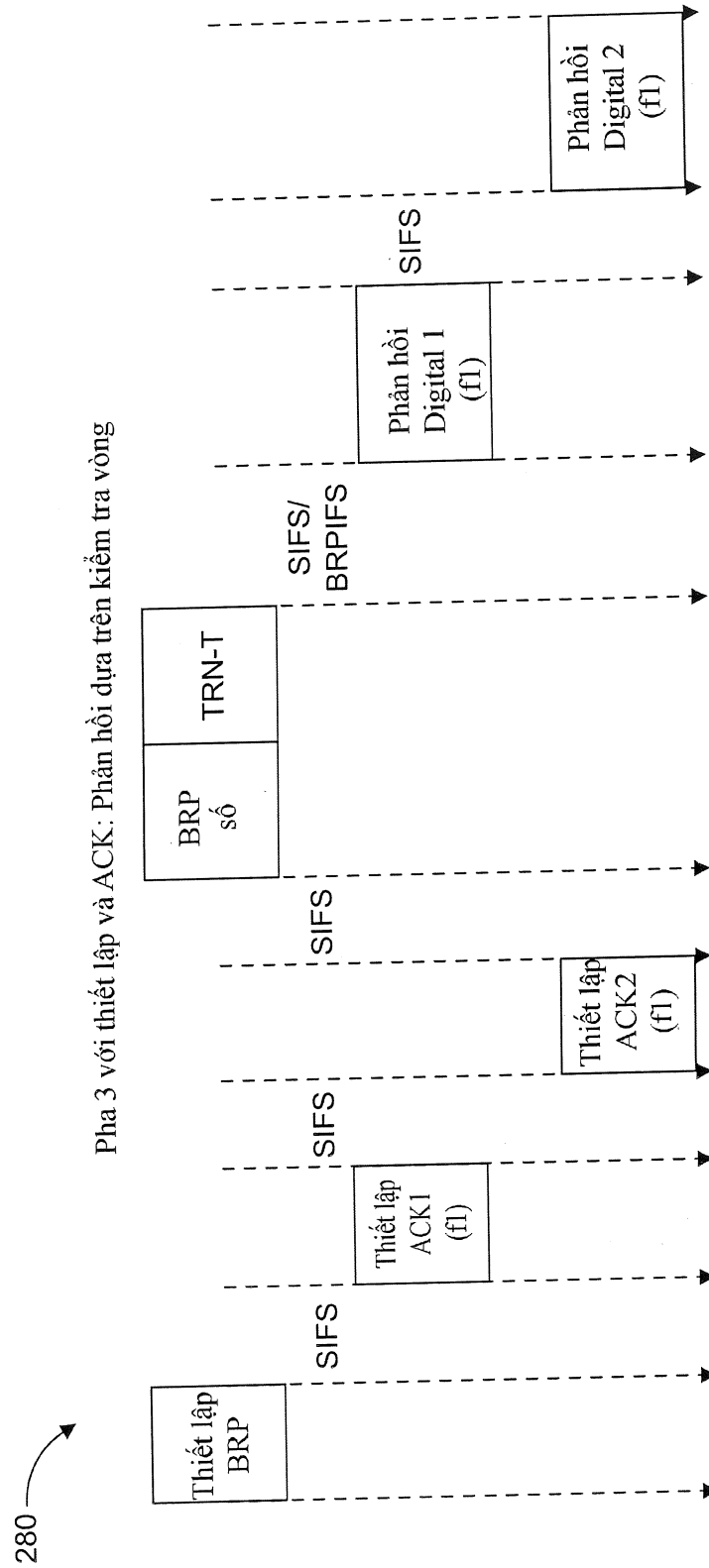
270 →

đoạn mở đầu	phần đầu	dữ liệu	Cấu hình MU 1	Cấu hình MU 2	...	Cấu hình MU n
-------------	----------	---------	---------------	---------------	-----	---------------

đoạn mở đầu	phần đầu	dữ liệu	Cấu hình MU 1	AGC	Cấu hình MU 2	AGC	...	AGC	Cấu hình MU n
-------------	----------	---------	---------------	-----	---------------	-----	-----	-----	---------------

đoạn mở đầu	phần đầu	dữ liệu	Cấu hình MU 1	Cấu hình MU 2	AGC	...	AGC	Cấu hình MU n
-------------	----------	---------	---------------	---------------	-----	-----	-----	---------------

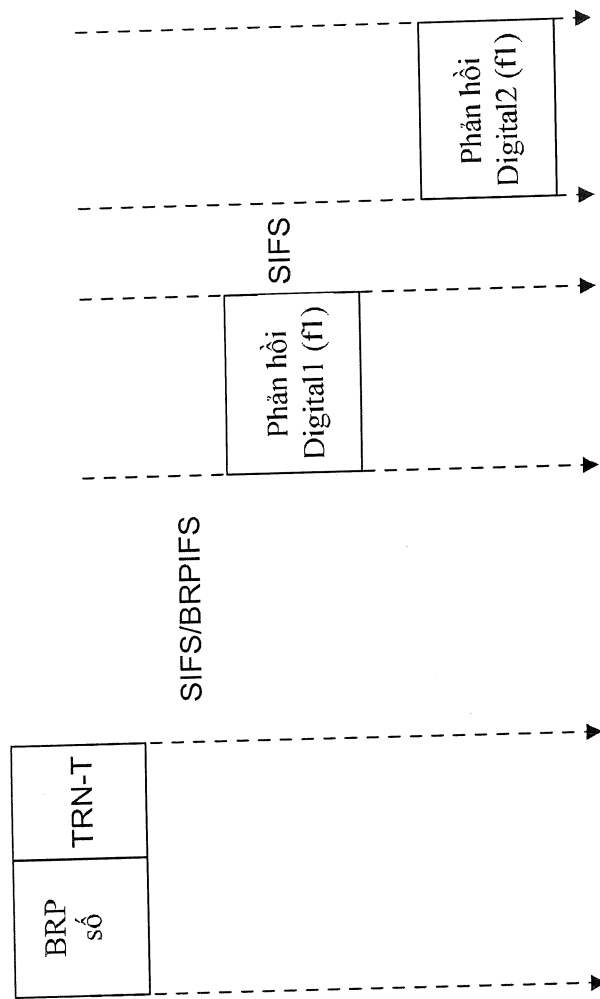
HÌNH 20



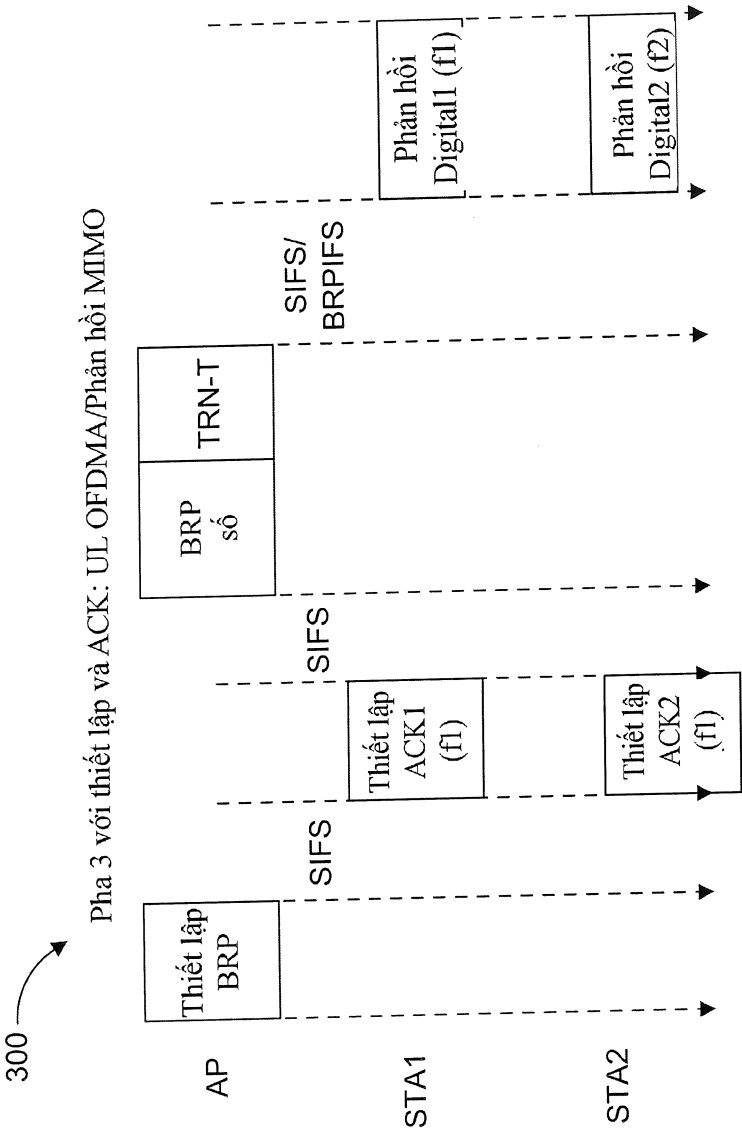
HÌNH 21A

290 →

Pha 3 giả định không có thiết lập: sử dụng cấu hình hiện có: Phản hồi dựa trên kiểm tra vòng



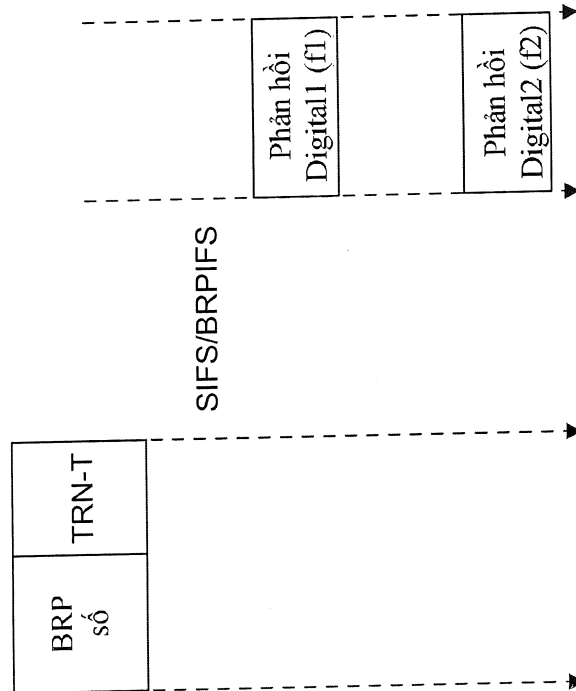
HÌNH 21B



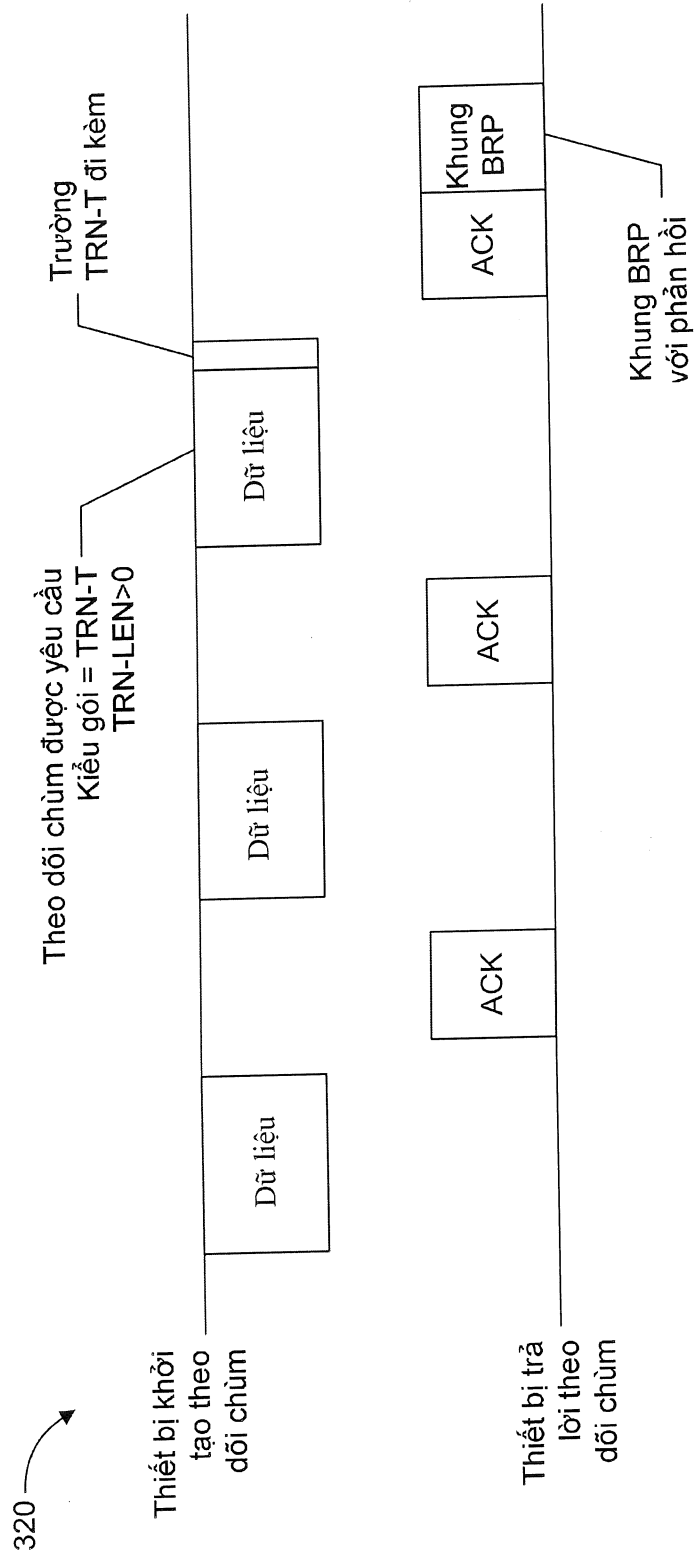
HÌNH 22

310 →

Pha 3 giả định không có thiết lập: sử dụng cấu hình hiện có: UL OFDMA/Phản hồi MIMO

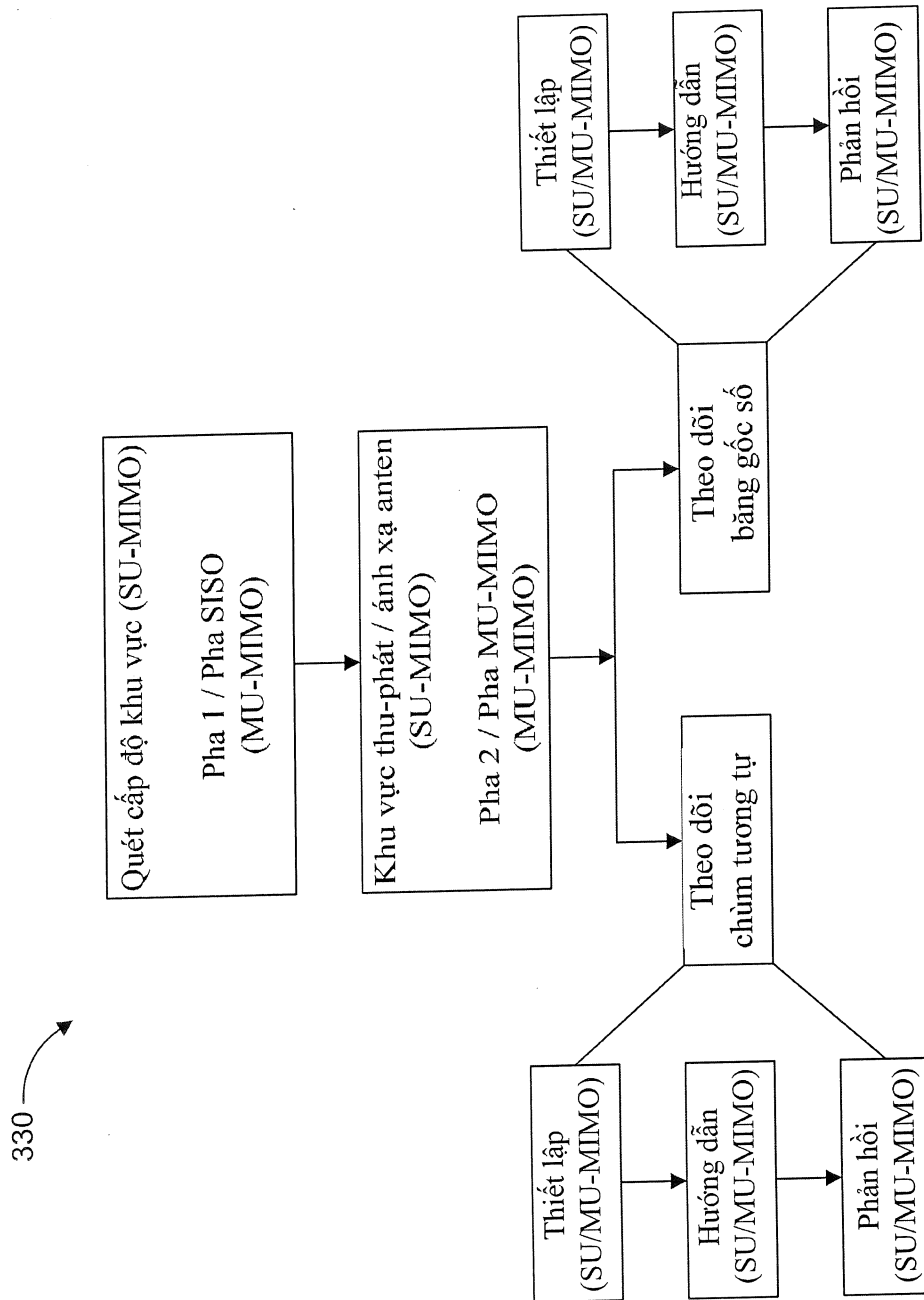


HÌNH 23

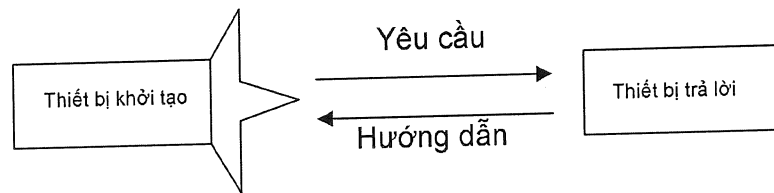


Ví dụ về quy trình theo dõi chùm với thiết bị khởi tạo yêu cầu TRN-T

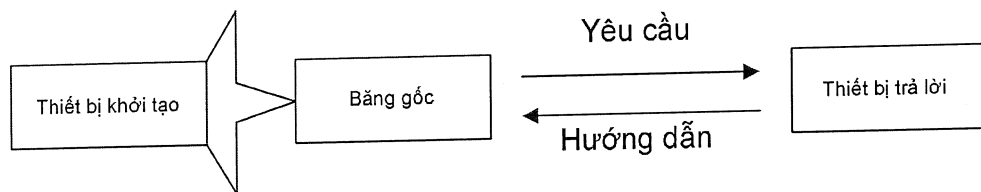
HÌNH 24



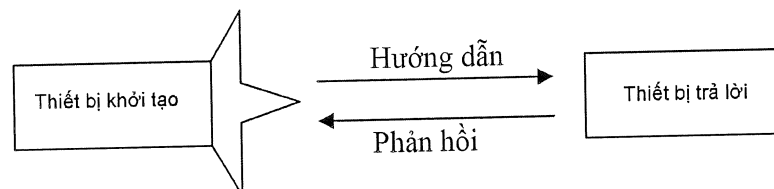
HÌNH 25



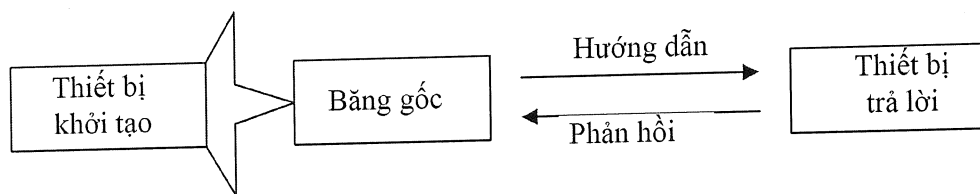
HÌNH 26



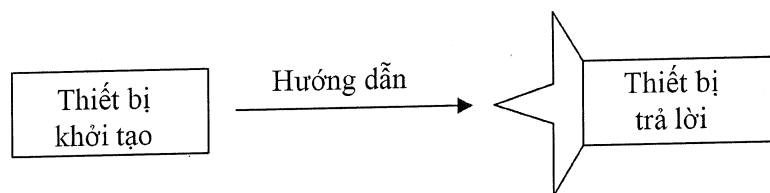
HÌNH 27



HÌNH 28



HÌNH 29



HÌNH 30

L-STF	L_CEF	L-Phần đầu	EDMG-Phần đầu-A	EDMG-STF	EDMG-CEF mở rộng	Dữ liệu
-------	-------	------------	-----------------	----------	------------------	---------

HÌNH 31

L-STF	L_CEF	L-Phần đầu	EDMG-Phần đầu-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	Dữ liệu	TRN-R = N
-------	-------	------------	-----------------	----------	----------	---------	-----------

HÌNH 32

THIẾT BỊ KHỞI TẠO

MAC

THIẾT BỊ TRẢ LỜI

MAC

Không phản hồi: Tính thuận nghịch

Yêu cầu

PHY

PHY

L-STF	L_CEF	L-PHẦN ĐẦU	EDMG-PHẦN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	DỮ LIỆU
-------	-------	------------	-----------------	----------	----------	---------

TRN-R	DỮ LIỆU: TÙY CHỌN	EDMG-CEF	EDMG-STF	EDMG-PHẦN ĐẦU-A	L-PHẦN ĐẦU	L_CEF	L-STF
-------	----------------------	----------	----------	--------------------	------------	-------	-------

Hướng dẫn

HÌNH 33

THIẾT BỊ TRẢ LỜI
MAC

THIẾT BỊ KHỞI TẠO
MAC

Không phản hồi: Tính thuận nghịch

Yêu cầu

PHY						PHY
L-STF	L_CEF	L-PHẢN ĐẦU	EDMG-STF	EDMG-CEF	EDMG-PHẢN ĐẦU-A	DỮ LIỆU

TRN-R = 0,P	DỮ LIỆU	EDMG-CEF (MỞ RỘNG)	EDMG-STF	EDMG-PHẢN ĐẦU-A	L-PHẢN ĐẦU	L_CEF	L-STF
-------------	---------	--------------------	----------	-----------------	------------	-------	-------

Hướng dẫn

L-STF	L_CEF	L-PHẢN ĐẦU	EDMG-PHẢN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF MỞ RỘNG	DỮ LIỆU
-------	-------	------------	-----------------	----------	------------------	---------

L-STF	L_CEF	L-PHẢN ĐẦU	EDMG-PHẢN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	DỮ LIỆU	TRN-R ≈ N
-------	-------	------------	-----------------	----------	----------	---------	-----------

HÌNH 34

L-STF	L_CEF	L-PHẢN ĐẦU	EDMG-Phản đầu-A	EDMG-STF	EDMG-CEF mở rộng	Dữ liệu
-------	-------	------------	-----------------	----------	------------------	---------

HÌNH 35

HÌNH 36

L-STF	L_CEF	L-PHẢN ĐẦU	EDMG-Phản đầu-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	Dữ liệu	TRN-T = N
-------	-------	------------	-----------------	----------	----------	---------	-----------

THIẾT BỊ KHỞI TẠO
MAC

THIẾT BỊ TRẢ LỜI
MAC

Phản hồi

Hướng dẫn

PHY					PHY				
L-STF	L_CEF	L-PHÂN ĐẦU	EDMG-PHÂN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	DỮ LIỆU	TRN-T		

PHẢN HỒI	DỮ LIỆU	EDMG-CEF	EDMG-STF	EDMG-PHÂN ĐẦU-A	L-PHÂN ĐẦU	L_CEF	L-STF

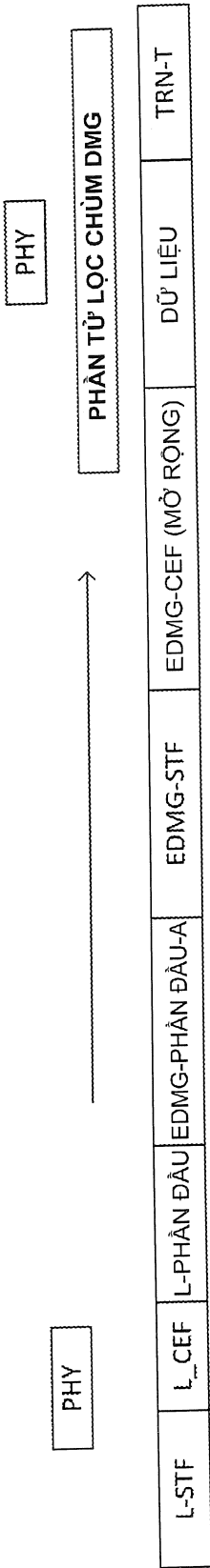
← Phản hồi

HÌNH 37

Phản hồi

THIẾT BỊ KHỞI TẠO
MAC

THIẾT BỊ TRẢ LỜI
MAC

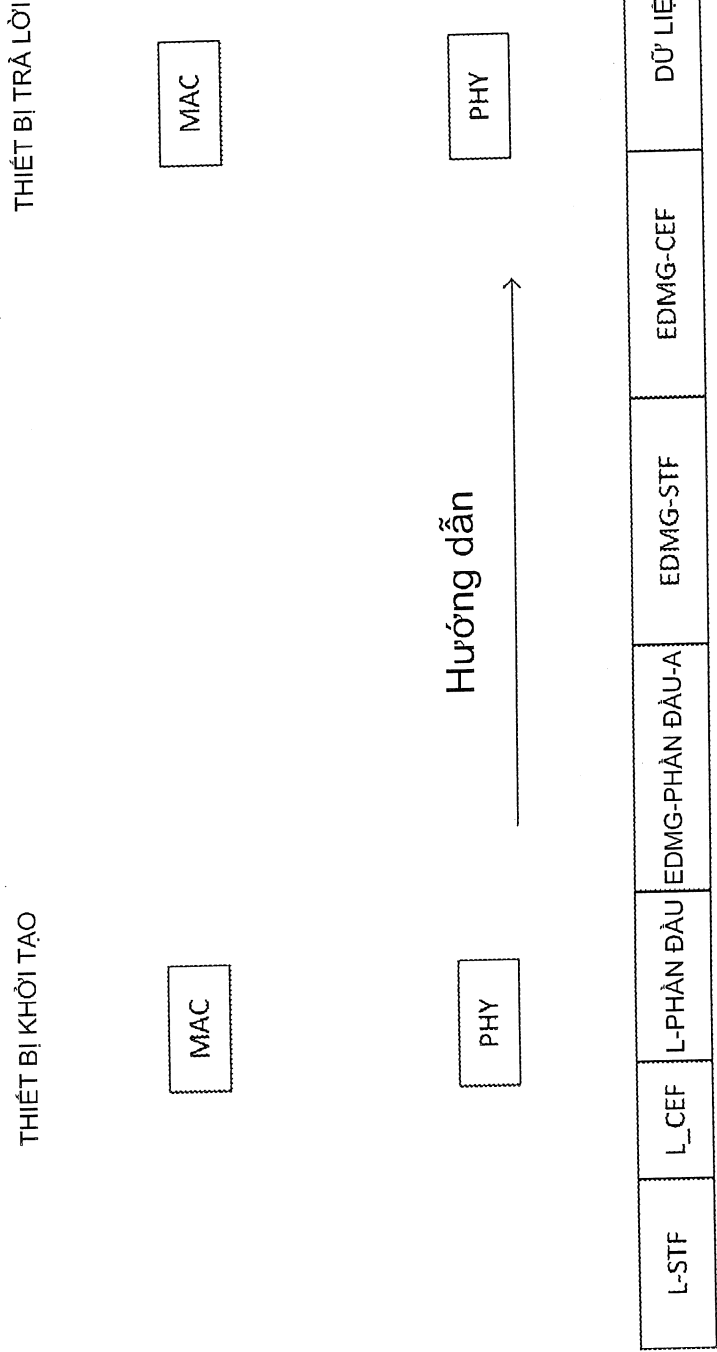


PHẢN HỒI							
	DỮ LIỆU	EDMG-CEF	EDMG-STF	EDMG-PHÂN ĐẦU-A	L-PHÂN ĐẦU	L_CEF	L-STF

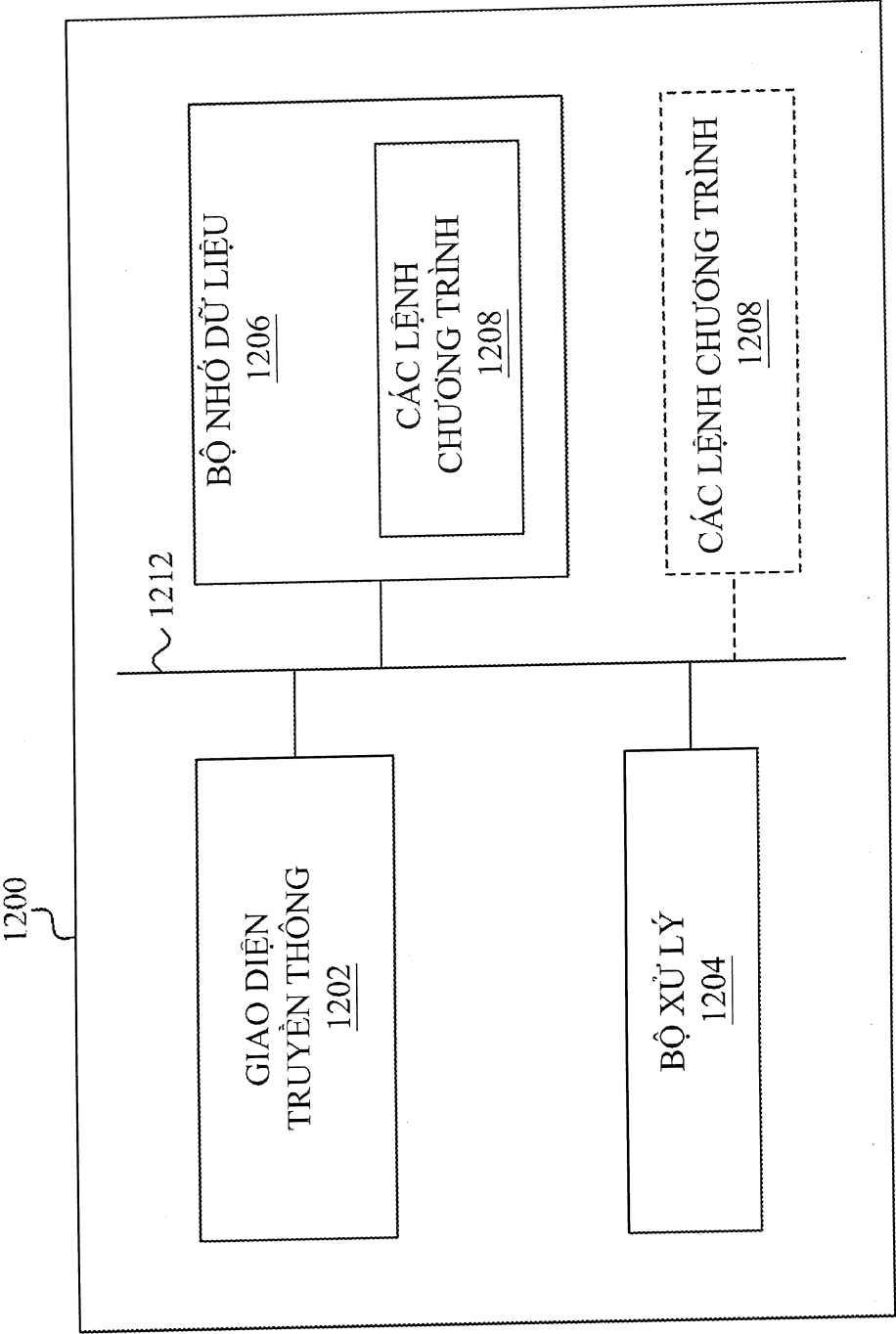
L-STF	L_CEF	L-PHÂN ĐẦU	EDMG-PHÂN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF MỞ RỘNG	DỮ LIỆU
-------	-------	------------	-----------------	----------	------------------	---------

L-STF	L_CEF	L-PHÂN ĐẦU	EDMG-PHÂN ĐẦU-A	EDMG-STF	EDMG-CEF	DỮ LIỆU	TRN-T = N
-------	-------	------------	-----------------	----------	----------	---------	-----------

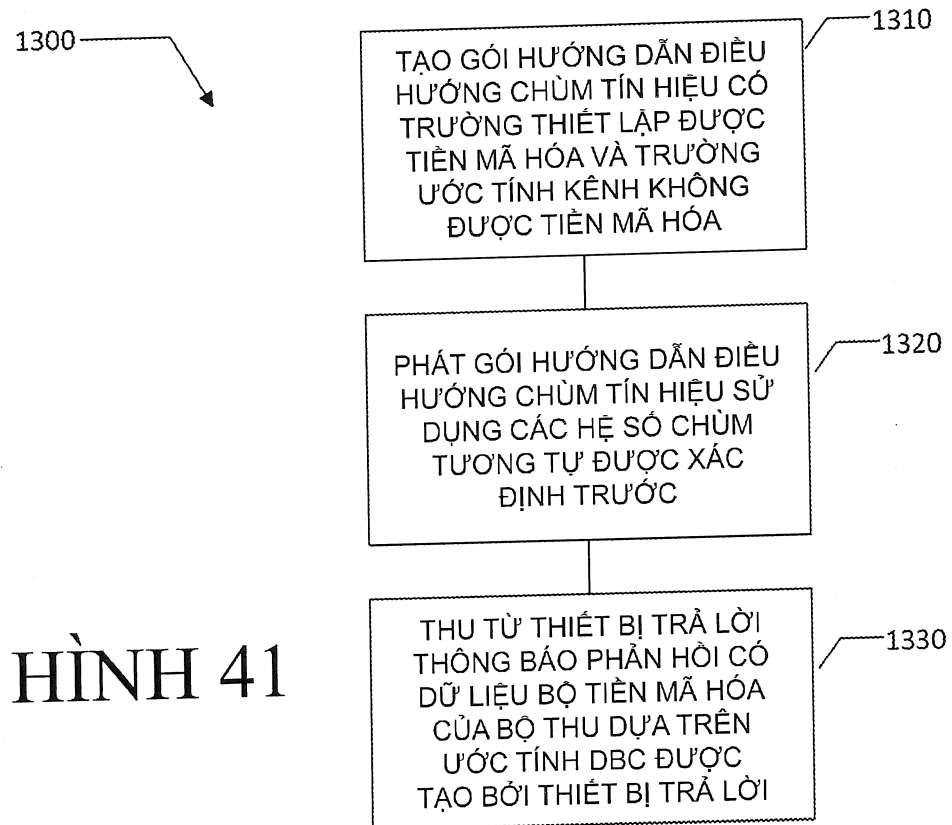
HÌNH 38



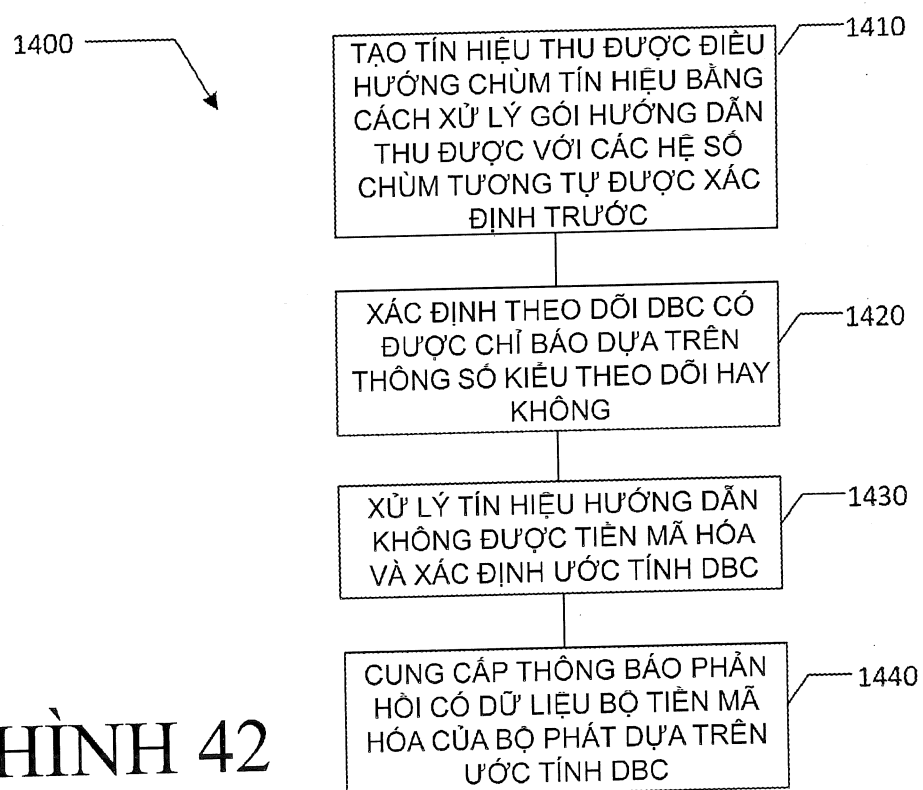
HÌNH 39



HÌNH 40



HÌNH 41



HÌNH 42