



(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) 
1-0020499

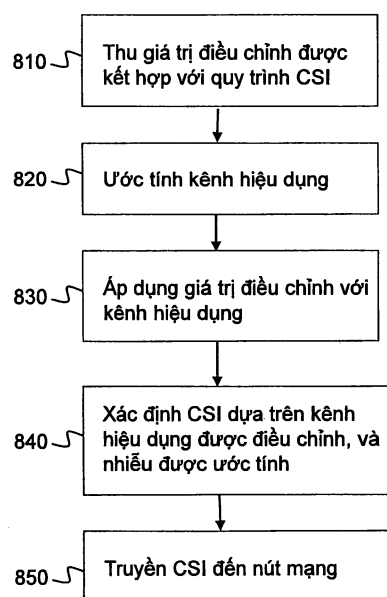
(51)⁷ **H04B 7/02, H04L 5/00**

(13) **B**

(21) 1-2014-04066 (22) 07.05.2013
(86) PCT/SE2013/050514 07.05.2013 (87) WO2013/169195 14.11.2013
(30) 13/469,843 11.05.2012 US
(45) 25.02.2019 371 (43) 25.03.2015 324
(73) TELEFONAKTIEBOLAGET L M ERICSSON (PUBL) (SE)
SE-164 83 Stockholm, Sweden
(72) HAMMARWALL, David (SE), BERGMAN, Svante (SE)
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) **PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ ĐỂ BÁO CÁO THÔNG TIN TRẠNG THÁI KÊNH**

(57) Sáng chế đề cập đến, theo một số phương án, phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo CSI (channel State information - thông tin trạng thái kênh) đối với quy trình CSI. Quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu. Theo phương pháp này, thiết bị không dây thu được (ở bước 810) giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI. Thiết bị không dây ước tính (ở bước 820) kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và áp dụng (ở bước 830) giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính, theo đó thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh. Hơn nữa, thiết bị không dây xác định (ở bước 840) thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên tài nguyên đo nhiễu. Cuối cùng, thông tin trạng thái kênh được truyền (ở bước 850) đến nút mạng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến các phương pháp và sự bố trí thiết bị để báo cáo thông tin trạng thái kênh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

3GPP (3rd Generation Partnership Project - Dự án cộng tác thế hệ thứ 3) chịu trách nhiệm về việc chuẩn hóa UMTS (Universal Mobile Telecommunication System - Hệ thống viễn thông di động toàn cầu) và LTE (Long Term Evolution - Cải tiến dài hạn). 3GPP thực hiện trên LTE cũng được gọi là E-UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Access Network - Mạng truy nhập mặt đất toàn cầu cải tiến). LTE là công nghệ thực hiện sự truyền thông dựa trên gói tốc độ cao mà có thể đạt đến các tốc độ dữ liệu cao trong cả liên kết xuống và theo liên kết lên, và được cho là hệ thống truyền thông di động thế hệ tiếp theo liên quan đến UMTS. Để hỗ trợ các tốc độ dữ liệu cao, LTE cho phép băng thông hệ thống 20MHz, hoặc lên đến 100Hz khi sự tổng hợp sóng mang được sử dụng. LTE cũng có thể vận hành ở các dải tần số khác nhau và có thể vận hành ở ít nhất là các chế độ FDD (Frequency Division Duplex - Song công phân chia tần số) và TDD (Time Division Duplex - Song công phân chia thời gian).

LTE sử dụng OFDM (orthogonal frequency-division multiplexing - dồn kênh phân chia tần số trực giao) trong liên kết xuống và OFDM DFT-spread (discrete-Fourier-transform-spread - mở rộng biến đổi Fourier rời rạc) trong liên kết lên. Tài nguyên vật lý LTE cơ bản có thể được xem như lưới thời gian-tần số, như được minh họa trên Fig.1, trong đó mỗi TFRE (time-frequency resource element - phần tử tài nguyên thời gian-tần số) tương ứng với một sóng mang con trong khoảng ký hiệu OFDM, trên cổng anten cụ thể. Có một lưới tài nguyên trên mỗi cổng anten. Sự cấp phát tài nguyên trong LTE được mô tả theo các khối tài nguyên, trong đó khối tài nguyên tương ứng với một khe trong miền thời gian và 12 sóng mang con 15kHz liên kề trong miền tần số. Hai khối tài nguyên liên tục về thời gian biểu diễn cặp khối tài nguyên, mà tương ứng với khoảng thời gian mà trong đó sự lập lịch trình vận hành.

Cổng anten là anten “ảo” mà được xác định bởi RS (reference signal - tín hiệu tham chiếu) đặc trưng cho cổng anten. Cổng anten được xác định sao cho kênh mà ký hiệu trên cổng anten được chuyển qua đó có thể bị gây nhiễu từ kênh mà một ký hiệu khác trên cùng cổng anten được chuyển qua đó. Tín hiệu tương ứng với cổng anten có thể được truyền bằng một vài anten vật lý, mà cũng có thể được phân chia về địa lý. Nói cách khác, cổng anten có thể được truyền từ một hoặc một vài điểm truyền. Ngược lại, một điểm truyền có thể truyền một hoặc một vài cổng anten. Các cổng anten có thể được gọi hoán đổi là “các cổng RS”.

Các kỹ thuật đa anten có thể tăng đáng kể các tốc độ dữ liệu và độ tin cậy của hệ thống truyền thông không dây. Cụ thể, hiệu suất được cải thiện nếu cả bộ nhận và bộ truyền được trang bị nhiều anten mà tạo kênh truyền thông MIMO (multiple-input multiple-output - nhiều đầu vào nhiều đầu ra). Các hệ thống và/hoặc các kỹ thuật liên quan thường như vậy được gọi chung là MIMO.

Hiện nay, tiêu chuẩn LTE đang cải tiến với sự hỗ trợ MIMO tăng cường. Thành phần cốt lõi trong LTE là sự hỗ trợ của các triển khai anten MIMO và các kỹ thuật liên quan đến MIMO. Bản phát hành từ 10 trở lên của LTE (còn được gọi là LTE tiên tiến) cho phép hỗ trợ dồn kênh trong không gian tám lớp với sự tiền mã hóa phụ thuộc vào kênh có thể có. Sự dồn kênh trong không gian như vậy nhắm đến các tốc độ dữ liệu cao trong các điều kiện kênh ưa thích. Minh họa về sự dồn kênh trong không gian được tiền mã hóa được đưa ra trên Fig.2.

Như đã thấy, vector ký hiệu mang thông tin s được nhân với ma trận bộ tiền mã hóa $N_T \times r$ $\mathbf{W}_{N_T \times r}$, mà nhằm phân phối năng lượng truyền trong không gian con của không gian vector kích thước N_T , trong đó N_T tương ứng với số cổng anten. Mỗi ký hiệu r trong s là một phần của dòng ký hiệu, còn được gọi là lớp, và r còn được gọi là hạng truyền. Theo cách này, sự dồn kênh trong không gian đạt được do nhiều ký hiệu có thể được truyền đồng thời qua cùng TFRE. Số lớp, r , thường được làm thích ứng để phù hợp với các thuộc tính kênh hiện thời.

Hơn nữa, ma trận bộ tiền mã hóa thường được lựa chọn từ sách mã của các ma trận bộ tiền mã hóa có thể có, và thường được biểu thị bằng PMI (precoder matrix

indicator - phần tử chỉ báo ma trận tiền mã hóa), mà đối với hạng đã cho quy định ma trận bộ tiền mã hóa duy nhất trong sách mã. Nếu ma trận bộ tiền mã hóa được giới hạn để có các cột trực chuẩn, thì thiết kế của sách mã của các ma trận bộ tiền mã hóa tương ứng với vấn đề gói không gian con Grassmannian.

Vector $N_R \times 1$ được nhận $\mathbf{y}_n$ trên TFRE dữ liệu được đánh chỉ số n được mô hình hóa bằng

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s}_n + \mathbf{e}_n \quad (1)$$

trong đó, $\mathbf{e}_n$ là vector nhiễu cộng ồn được mô hình hóa là các phép thể hiện của quá trình ngẫu nhiên. Bộ tiền mã hóa với hạng r , $\mathbf{W}_{N_T \times r}$, có thể là bộ tiền mã hóa dải rộng mà hoặc là không đổi theo tần số hoặc là lựa chọn theo tần số.

Ma trận bộ tiền mã hóa thường được chọn để so khớp các đặc tính của kênh MIMO $N_R \times N_T$ $\mathbf{H}$, dẫn đến sự tiền mã hóa còn được gọi là tiền mã hóa phụ thuộc vào kênh. Khi dựa trên phản hồi UE, điều này thường được gọi là tiền mã hóa vòng lặp đóng và chủ yếu cô tập trung năng lượng truyền vào trong không gian con mà mạnh theo ý nghĩa chuyển nhiều năng lượng được truyền đến UE. Ngoài ra, ma trận bộ tiền mã hóa cũng có thể được lựa chọn để cố gắng trực giao với kênh, nghĩa là sau sự cân bằng tuyến tính hợp lý của UE, thì nhiễu liên lớp được giảm.

Trong sự tiền mã hóa vòng lặp đóng, UE truyền, dựa trên các phép đo kênh trong liên kết tiến, hoặc liên kết xuống, các khuyến cáo đến trạm cơ sở, mà trong LTE được gọi là eNodeB (evolved NodeB - NodeB được suy ra) của bộ tiền mã hóa thích hợp để sử dụng. Một bộ tiền mã hóa mà được cho là bao phủ băng thông lớn (tiền mã hóa dải rộng) có thể được phản hồi. Cũng có thể có lợi để so khớp các biến đổi tần số của kênh và thay vì đó phản hồi báo cáo tiền mã hóa lựa chọn tần số, ví dụ, một vài bộ tiền mã hóa, một bộ cho mỗi dải con. Đây là ví dụ về trường hợp tổng quát hơn của phản hồi CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh), mà cũng bao gồm phản hồi lại các thực thể khác với các bộ tiền mã hóa để hỗ trợ eNodeB trong các sự truyền tiếp theo đến UE. Do đó, thông tin trạng thái kênh có thể bao gồm một hoặc

nhiều PMI, CQI (channel quality indicator - phần tử chỉ báo chất lượng kênh) hoặc RI (rank indicator - phần tử chỉ báo hạng).

Sự ước tính chất lượng tín hiệu và kênh là phần cơ bản của hệ thống không dây hiện đại. Các ước tính ồn và nhiễu được sử dụng không chỉ trong các bộ giải điều biến mà còn là các số lượng quan trọng khi ước tính, ví dụ, CQI (channel quality indicator - phần tử chỉ báo chất lượng kênh), mà thường được sử dụng để làm thích ứng liên kết và lập lịch các quyết định ở phía eNodeB.

Thuật ngữ e_n trong (1) biểu diễn ồn và nhiễu trong TFRE và thường được tạo đặc trưng theo các thống kê bậc hai như biến đổi và tương quan. Nhiễu có thể được ước tính theo vài cách bao gồm từ các RS (reference symbol - ký hiệu tham chiếu) đặc trưng cho ô mà có mặt trong lưới thời gian-tần số của LTE. RS như vậy có thể tương ứng với RS đặc trưng cho ô Bản phát hành 8, CRS (các cổng anten 0 - 3), mà được minh họa trên Fig.3, cũng như RS CSI mới có sẵn trong Bản phát hành 10, mà sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây. CRS đôi khi cũng được gọi là các tín hiệu tham chiếu chung.

Các ước tính của nhiễu và ồn có thể được tạo thành theo các cách khác nhau. Các ước tính có thể được tạo thành một cách dễ dàng dựa trên các TFRS chứa RS đặc trưng cho ô do s_n và $\mathbf{W}_{N_T \times r}$ tiếp đó đã biết và $\mathbf{H}_n$ được đưa ra bởi bộ ước tính kênh. Cần lưu ý thêm rằng nhiễu trên các TFRE với dữ liệu mà được lập lịch với UE đề cập cũng có thể được ước tính ngay khi các ký hiệu dữ liệu, s_n được phát hiện, do tại thời điểm đó chúng có thể được xem xét là các ký hiệu đã biết. Theo cách khác, nhiễu sau cũng có thể được ước tính dựa trên các thống kê bậc hai của tín hiệu nhận được và tín hiệu được dự định cho UE quan tâm, do đó có khả năng tránh nhu cầu giải mã sự truyền trước khi ước tính số hạng nhiễu. Theo cách khác, nhiễu có thể được đo trên các TFRE, trong đó tín hiệu mong muốn bị câm, do đó tín hiệu được nhận chỉ tương ứng với nhiễu. Điều này có ưu điểm là phép đo nhiễu có thể chính xác hơn và sự xử lý UE trở nên ít quan trọng do không cần thực hiện sự giải mã hoặc sự trừ tín hiệu mong muốn.

CSI-RS (Channel State Information Reference Signal - Tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh)

Trong Bản phát hành 10 của LTE, trình tự ký hiệu tham chiếu mới, CSI-RS, được đưa vào với mục đích ước tính thông tin trạng thái kênh. CSI-RS tạo ra một vài ưu điểm dựa trên phản hồi CSI lên các CRS (cell-specific reference symbol - ký hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô) mà được sử dụng cho mục đích trong các bản phát hành trước đây. Trước tiên, CSI-RS không được sử dụng để giải điều biến tín hiệu dữ liệu, và do đó không yêu cầu cùng mật độ. Nói cách khác, tổng phí của CSI-RS về cơ bản là nhỏ hơn. Thứ hai, CSI-RS tạo ra nhiều phương tiện linh hoạt hơn để cấu hình các phép đo phản hồi CSI. Ví dụ, tài nguyên CSI-RS nào để đo trên đó có thể được cấu hình theo cách đặc trưng cho UE. Hơn nữa, sự hỗ trợ của các cấu hình anten lớn hơn 4 anten phải dùng đến CSI-RS, do CRS chỉ được xác định với nhiều nhất là 4 anten.

Nhờ đo trên CSI-RS, UE có thể ước tính kênh hiệu dụng mà CSI-RS đang đi ngang bao gồm kênh lan truyền radio, độ tăng ích anten, và các sự ảo hóa anten có thể có bất kỳ. Cổng CSI-RS có thể được tiền mã hóa sao cho nó được ảo hóa qua nhiều cổng anten vật lý; nghĩa là, cổng CSI-RS có thể được truyền trên nhiều cổng anten vật lý, có thể với các độ tăng ích và pha khác nhau. Chính xác về toán học hơn, điều này ám chỉ rằng nếu tín hiệu CSI-RS đã biết $\mathbf{x}_n$ được truyền, thì UE có thể ước tính sự ghép nối giữa tín hiệu được truyền và tín hiệu được nhận, nghĩa là kênh hiệu dụng. Do đó, nếu không thực hiện sự ảo hóa trong truyền:

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{x}_n + \mathbf{e}_n$$

thì UE có thể đo kênh hiệu dụng $\mathbf{H}_{eff} = \mathbf{H}_n$. Tương tự, nếu CSI-RS được ảo hóa bằng cách sử dụng bộ tiền mã hóa $\mathbf{W}_{N_T \times r}$ là

$$\mathbf{y}_n = \mathbf{H}_n \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{x}_n + \mathbf{e}_n$$

thì UE có thể ước tính kênh hiệu dụng $\mathbf{H}_{eff} = \mathbf{H}_n \mathbf{W}_{N_T \times r}$.

Liên quan đến CSI-RS là khái niệm của các tài nguyên CSI-RS công suất zêrô (còn được gọi là CSI-RS bị câm) mà được cấu hình chỉ như các tài nguyên CSI-RS

thông thường, sao cho UE biết rằng sự truyền dữ liệu được ánh xạ quanh các tài nguyên đó. Mục đích của các tài nguyên CSI-RS công suất zêrô là để cho phép mạng làm cân sự truyền trên các tài nguyên tương ứng để đẩy nhanh SINR của CSI-RS công suất zêrô tương ứng, có thể được truyền trong ô lân cận/điểm truyền. Với Bản phát hành 1 của LTE, CSI-RS công suất zêrô đặc biệt mà UE bị bắt buộc sử dụng để đo nhiễu cộng ồn đang được bàn luận. Như tên này thể hiện, UE có thể giả định rằng các TP quan tâm đang không truyền trên tài nguyên CSI-RS bị câm và công suất được nhận có thể theo đó được sử dụng làm số đo của mức nhiễu cộng ồn.

Dựa trên tài nguyên CSI-RS được quy định và cấu hình đo nhiễu, ví dụ tài nguyên CSI-RS bị câm, UE có thể ước tính kênh hiệu dụng và ồn cộng nhiễu, và do đó cũng xác định hạng, bộ tiền mã hóa và định dạng vận chuyển nào để khuyến cáo là so khớp tốt nhất với kênh cụ thể.

Bù đo công suất

Như được đề cập trên đây, trong LTE thiết bị đầu cuối cung cấp cho mạng thông tin trạng thái của các kênh, bằng cách khuyến cáo việc truyền cụ thể cho kênh hiệu dụng được đo, ví dụ là sự kết hợp PMI, RI, và CQI. Để cho phép sự khuyến cáo này, UE cần được biết bù công suất liên quan giữa các tín hiệu tham chiếu (mà được sử dụng để đo kênh hiệu dụng), và sự truyền dữ liệu sắp tới được giả định. Sau đây, sáng chế đề cập đến việc bù công suất như vậy là PMO (power measurement offset - bù đo công suất). Việc bù công suất này được ràng buộc với tín hiệu tham chiếu đặc trưng, ví dụ, nó liên quan đến thông số P_c mà là một phần của tin nhắn cấu hình để cài đặt phép đo trên CSI-RS, hoặc thông số *nomPDSCH-RS-EPRE-Offset* cho CRS.

Trong thực tế, các CQI hiếm khi hoàn hảo và các lỗi đáng kể có thể xuất hiện nghĩa là chất lượng kênh được ước tính không tương ứng với chất lượng kênh thực tế được quan sát với liên kết mà cuộc truyền xảy ra qua đó. eNodeB có thể giảm tác dụng có hại của sự báo cáo CQI lỗi đến một phạm vi nào đó bằng sự điều chỉnh vòng lặp ngoài của các giá trị CQI. Nhờ kiểm soát sự truyền tín hiệu ACK/NACK của ARQ lai, eNodeB có thể phát hiện nếu BLER (block error rate - tỷ lệ lỗi khối), hoặc số đo liên quan, nhỏ hơn hoặc lớn hơn giá trị đích. Nhờ sử dụng thông tin này, eNodeB có

thể quyết định sử dụng MCS tấn công (hoặc phòng vệ) nhiều hơn được khuyến cáo bởi UE. Tuy nhiên, sự điều khiển vòng lặp ngoài là công cụ thô để cải thiện sự thích ứng liên kết và sự hội tụ của các vòng lặp có thể chậm.

Ngoài ra, eNodeB khó lệch khỏi hạng được khuyến cáo hơn, do các báo cáo CQI liên quan trực tiếp đến hạng. Do đó, sự thay đổi về hạng đáp lại thông tin được cung cấp bởi các báo cáo CQI là khó khăn hoặc không thể sử dụng được, nghĩa là, eNodeB sẽ rất khó để biết rằng MCS nào để sử dụng trên các dòng dữ liệu khác nhau nếu eNodeB giành hạng cao hơn được khuyến cáo bởi UE.

Mạng có thể cải thiện sự báo cáo hạng nhờ điều chỉnh PMO trong UE. Ví dụ, nếu bù đo công suất được giảm (làm cho thiết bị đầu cuối giả định công suất thấp hơn với kênh dữ liệu được truyền), thì thiết bị đầu cuối sẽ có khuynh hướng khuyến cáo hạng thấp hơn do hạng “tối ưu” đang tăng với SINR.

CoMP (Coordinated Multipoint Transmission - Sự truyền đa điểm được điều phối)

Sự truyền và nhận CoMP đề cập đến hệ thống trong đó sự truyền và/hoặc nhận tại nhiều vị trí anten được tách biệt về mặt địa lý được điều phối để cải thiện hiệu quả của hệ thống. Cụ thể hơn, CoMP đề cập đến sự điều phối các mảng anten mà có các vùng bao phủ địa lý khác nhau. Trong phần đề cập sau đây, sáng chế đề cập đến tập hợp các anten về cơ bản bao phủ cùng vùng địa lý theo cùng cách thức làm điểm, hoặc cụ thể hơn là TP (Transmission Point - Điểm truyền). Do đó, điểm có thể tương ứng với một trong số các khu vực tại vị trí, nhưng nó cũng có thể tương ứng với vị trí có một hoặc nhiều anten mà tất cả chúng dự định bao phủ vùng địa lý tương tự. Thông thường, các điểm khác nhau biểu diễn các vị trí khác nhau. Các anten tương ứng với các điểm khác nhau khi chúng đủ tách biệt về mặt địa lý và /hoặc có các sơ đồ anten chỉ theo các hướng đủ khác nhau. Mặc dù sáng chế tập trung chủ yếu vào sự truyền CoMP liên kết xuống, nên cần hiểu rằng nhìn chung, điểm truyền cũng có thể có chức năng là điểm nhận. Sự điều phối giữa các điểm có thể được phân phối, bằng cách truyền thông trực tiếp giữa các vị trí khác nhau, hoặc bằng nút điều phối trung tâm. Khả năng điều phối nữa là “cụm nổi” (“floating cluster”), trong đó mỗi điểm truyền được kết nối với, và điều phối, tập hợp nhất định của các điểm lân cận (ví dụ, hai điểm

lân cận). Tập hợp các điểm mà thực hiện sự truyền được điều phối và/hoặc sự truyền được gọi là cụm điều phối CoMP, cụm điều phối, hoặc đơn giản là cụm như sau đây.

Fig.5 thể hiện mạng không dây ví dụ có cụm điều phối CoMP bao gồm ba điểm truyền, được ký hiệu là TP1, TP2 và TP3.

CoMP là công cụ được đưa vào LTE để cải thiện sự bao phủ của các tốc độ dữ liệu cao, hiệu suất biên ô và/hoặc để tăng hiệu suất hệ thống. Cụ thể là, mục đích là để phân phối hiệu suất được cảm nhận bởi người dùng theo cách đều hơn trong mạng nhờ thực hiện điều khiển nhiều trong hệ thống, hoặc nhờ giảm nhiễu và/hoặc nhờ dự đoán tốt hơn đối với nhiễu.

Sự vận hành CoMP hướng đến nhiều sự triển khai khác nhau, bao gồm điều phối giữa các vị trí và các khu vực theo các triển khai macro dạng ô, cũng như các cấu hình khác nhau của các triển khai không đồng nhất, trong đó, chẳng hạn, nút macro điều phối sự truyền với các nút pico trong vùng bao phủ macro.

Có nhiều sơ đồ truyền CoMP khác nhau được xem xét; ví dụ,

Làm trống điểm động (Dynamic Point Blanking) trong đó nhiều điểm truyền điều phối sự truyền sao cho các điểm truyền lân cận có thể làm câm các sự truyền trên các tài nguyên thời gian-tần số (TFRE) mà được cấp phát cho các UE mà trải qua nhiễu đáng kể.

Tạo chùm được điều phối (Coordinated Beamforming) trong đó các TP điều phối các sự truyền trong miền không gian nhờ tạo chùm công suất truyền theo cách sao cho giảm nhiễu đối với các UE được phục vụ bởi các TP lân cận.

Lựa chọn điểm động (Dynamic Point Selection) trong đó sự truyền dữ liệu đến UE có thể chuyển theo cách động (theo thời gian và tần số) giữa các điểm truyền khác nhau, sao cho các điểm truyền được sử dụng hoàn toàn.

Sự truyền kết hợp (Joint Transmission) trong đó tín hiệu đến UE được truyền đồng thời từ nhiều TP trên cùng tài nguyên thời gian/tần số. Mục đích của sự truyền

kết hợp là để tăng công suất tín hiệu nhận được và/hoặc giảm nhiễu được nhận, nếu không các TP hợp tác sẽ phục vụ một số UE khác mà không tính đến UE JT.

Phản hồi CoMP

Đặc điểm chung đối với các sơ đồ truyền CoMP là ở chỗ mạng cần thông tin CSI không chỉ để phục vụ TP, mà còn cho các kênh liên kết các TP lân cận với thiết bị đầu cuối. Ví dụ, nhờ cấu hình tài nguyên CSI-RS duy nhất cho mỗi TP, UE có thể giải quyết các kênh hiệu dụng cho mỗi TP bằng các phép đo trên CSI-RS tương ứng. Cần lưu ý rằng UE có khả năng không nhận biết được sự có mặt vật lý của TP cụ thể, nó chỉ được cấu hình để đo trên tài nguyên CSI-RS cụ thể, mà không biết sự kết hợp bất kỳ giữa tài nguyên CSI-RS và TP.

Ví dụ, chi tiết thể hiện các phần tử tài nguyên nào nằm trong cặp khối tài nguyên có thể có tiềm năng được chiếm bởi RS đặc trưng cho UE và CSI-RS được thể hiện trên Fig.4. Trong ví dụ này, CSI-RS sử dụng mã bao phủ trực giao có chiều dài hai để phủ hai cổng anten trên hai RE liên tục. Như được thể hiện, nhiều mẫu CSI-RS khác nhau là có sẵn. Với trường hợp 2 cổng anten CSI-RS, ví dụ, có 20 mẫu khác nhau nằm trong khung con. Số mẫu tương ứng lần lượt là 10 và 5 với 4 và 8 cổng anten CSI-RS.

Tài nguyên CSI-RS có thể được mô tả là mẫu của các phần tử tài nguyên mà cấu hình CSI-RS cụ thể được truyền trên đó. Một cách để xác định tài nguyên CSI-RS là nhờ sự kết hợp của các tham số “resourceConfig”, “subframeConfig”, và “antennaPortsCount”, mà có thể được cấu hình nhờ truyền tín hiệu RRC.

Có thể có một vài kiểu phản hồi CoMP khác nhau. Hầu hết các thay thế dựa trên phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS, có khả năng với sự tổng hợp CQI của nhiều tài nguyên CSI-RS, và cũng có thể với sự sắp xếp nào đó của thông tin cùng pha giữa các tài nguyên CSI-RS. Sau đây là danh sách không phải là toàn bộ của các thay thế liên quan (cần lưu ý rằng sự kết hợp của thay thế bất kỳ trong số các thay thế này là cũng có thể có):

Phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS tương ứng với sự báo cáo tách biệt của CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) cho mỗi tập hợp tài nguyên CSI-RS. Báo cáo CSI như vậy có thể, ví dụ, bao gồm một hoặc nhiều trong số PMI (Precoder Matrix Indicator - Phần tử chỉ báo ma trận tiền mã hóa), RI (Rank Indicator - Phần tử chỉ báo hạng), và/hoặc CQI (Channel Quality Indicator - Phần tử chỉ báo chất lượng kênh), mà biểu diễn cấu hình được khuyến cáo cho sự truyền liên kết xuống giả thiết qua cùng các anten được sử dụng cho CSI-RS được kết hợp, hoặc RS được sử dụng để đo kênh. Tổng quát hơn, sự truyền được khuyến cáo nên được ánh xạ đối với các anten vật lý theo cùng cách như các ký hiệu tham chiếu được sử dụng để đo kênh CSI.

Thông thường, có sự ánh xạ một-một giữa CSI-RS và TP, trong đó trường hợp phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS tương ứng với phản hồi cho mỗi TP, nghĩa là, PMI/RI/CQI riêng biệt được báo cáo cho mỗi TP. Cần lưu ý rằng có thể có các sự phụ thuộc qua lại giữa các báo cáo CSI; ví dụ, chúng có thể được ràng buộc để có cùng RI. Sự phụ thuộc qua lại giữa các báo cáo CSI có nhiều ưu điểm, như: không gian tìm kiếm giảm khi UE tính toán phản hồi, tổng phí phản hồi giảm, và trong trường hợp dùng lại RI thì có nhu cầu giảm để tiến hành giành hạng cao hơn tại eNodeB.

Các tài nguyên CSI-RS được xem xét được cấu hình bởi eNodeB làm tập hợp đo CoMP. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5, các tập hợp đo khác nhau có thể được cấu hình cho các thiết bị không dây 540 và 550. Ví dụ, tập hợp đo cho thiết bị không dây 540 có thể bao gồm các tài nguyên CSI-RS được truyền bởi TP1 và TP2, do các điểm này có thể thích hợp để truyền đến thiết bị 540. Tập hợp đo cho thiết bị không dây 550 có thể thay vào đó được cấu hình để bao gồm các tài nguyên CSI-RS được truyền bởi TP2 và TP3. Các thiết bị không dây sẽ báo cáo thông tin CSI cho các điểm truyền tương ứng với các tập hợp đo tương ứng của chúng, do đó cho phép mạng, ví dụ, lựa chọn điểm truyền thích hợp nhất cho mỗi thiết bị.

Phản hồi tổng hợp (Aggregate feedback) tương ứng với báo cáo CSI cho kênh mà tương ứng với sự tổng hợp của nhiều CSI-RS. Ví dụ, PMI/RI/CQI kết hợp có thể

được khuyến cáo cho sự truyền kết hợp qua tất cả các anten được kết hợp với nhiều CSI-RS.

Tuy nhiên, sự tìm kiếm kết hợp yêu cầu quá nhiều về mặt tính toán đối với UE, và dạng đơn giản hóa của sự tổng hợp là để đánh giá CQI tổng hợp mà được kết hợp với PMI tài nguyên cho mỗi CSI-RS, mà tất cả thường có cùng hạng tương ứng với CQI hoặc các CQI được tổng hợp. Sơ đồ này cũng có ưu điểm là sự phản hồi được tổng hợp có thể chia sẻ nhiều thông tin với phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS. Điều này có lợi, do nhiều sơ đồ truyền CoMP yêu cầu phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS, và để cho phép sự linh hoạt eNodeB trong việc lựa chọn động sơ đồ CoMP, phản hồi được tổng hợp thường được truyền song song với phản hồi tài nguyên cho mỗi CSI-RS. Để hỗ trợ sự truyền kết hợp chặt chẽ, các PMI tài nguyên cho mỗi CSI-RS có thể được tăng cường với thông tin đồng pha cho phép eNodeB quay các PMI tài nguyên cho mỗi CSI-RS sao cho các tín hiệu kết hợp chặt chẽ tại bộ nhận.

Các phép đo nhiều cho CoMP

Để vận hành CoMP có hiệu quả thì điều quan trọng ngang nhau là thu được các giả định nhiều thích hợp khi xác định CSI do nó là để thu tín hiệu mong muốn được nhận thích hợp.

Với mục đích của sáng chế, *quy trình CSI* được định nghĩa là quy trình báo cáo của CSI (ví dụ, CQI và tiềm năng là PMI/RI kết hợp) với kênh hiệu dụng cụ thể, và tài nguyên đo nhiều. Tùy chọn, quy trình CSI cũng có thể được kết hợp với một hoặc nhiều cấu hình mô phỏng nhiều, như sẽ được giải thích dưới đây. Kênh hiệu dụng được định nghĩa bởi tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm một hoặc nhiều trình tự nhiều kết hợp. Tài nguyên đo nhiều là tập hợp các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu mà được giả định là gây nhiễu với tín hiệu mong muốn được nhận. IMR có thể tương ứng với tài nguyên tham chiếu CQI cụ thể, ví dụ, tài nguyên CRS. Theo cách khác, IMR có thể là tài nguyên được cấu hình theo cách đặc trưng để đo nhiễu.

Trong các hệ thống không được điều phối, UE có thể đo hiệu quả nhiễu được quan sát từ tất cả các TP khác (hoặc tất cả các ô khác), mà sẽ ở mức nhiễu có liên quan trong sự truyền dữ liệu sắp tới. Các phép đo nhiễu này thường được thực hiện nhờ phân tích nhiễu còn lại trên các tài nguyên CRS, sau UE trừ sự tác động của tín hiệu CRS. Trong các hệ thống được điều phối thực hiện CoMP, các phép đo nhiễu như vậy ngày càng trở nên không liên quan. Đáng chú ý nhất, trong cụm điều phối, eNodeB có thể điều khiển đối với phạm vi rộng các TP mà gây nhiễu cho UE trong TFRE cụ thể bất kỳ. Do đó, sẽ có nhiều giả thiết nhiễu phụ thuộc vào các TP nào đang truyền dữ liệu đến các thiết bị đầu cuối khác.

Với mục đích cải thiện các phép đo nhiễu, chức năng mới được đưa ra vào Bản phát hành 11 LTE, trong đó thỏa thuận là mạng sẽ có thể cấu hình các TFRE cụ thể mà được sử dụng cho các phép đo nhiễu cho UE cụ thể; việc này được định nghĩa là IMR (interference measurement resource - tài nguyên đo nhiễu). Do đó, mạng có thể điều khiển nhiễu được quan sát trên IMR, nhờ, ví dụ, làm câm tất cả các TP trong cụm điều phối trên các TFRE kết hợp, trong trường hợp đó thiết bị đầu cuối sẽ đo hiệu quả nhiễu liên cụm CoMP. Trong ví dụ được thể hiện trên Fig.5, việc này sẽ tương ứng với làm câm TP1, TP2 và TP3 trong các TFRE được kết hợp với IMR.

Xem xét, ví dụ, sơ đồ làm trống điểm động, trong đó có ít nhất hai giả thiết nhiễu liên quan với UE cụ thể: trong một giả thiết nhiễu, UE xem không có nhiễu từ điểm truyền được điều phối; và trong giả thiết khác, UE xem nhiễu từ điểm lân cận. Để cho phép mạng xác định hiệu quả liệu TP nên bị làm câm hay không, mạng có thể cấu hình UE để báo cáo hai, hoặc thường là nhiều CSI tương ứng với các giả thiết nhiễu khác nhau-nghĩa là, có thể có hai quy trình CSI tương ứng với các tình huống nhiễu khác nhau. Tiếp tục ví dụ trên Fig.5, giả định rằng thiết bị không dây 550 được cấu hình để đo CSI từ TP3. Tuy nhiên, TP2 có thể có tiềm năng gây nhiễu với sự truyền từ TP2, phụ thuộc vào cách thức mạng lập lịch sự truyền. Do đó, mạng có thể cấu hình thiết bị 550 với hai quy trình CSI cho TP3 (hoặc, cụ thể hơn là, để đo CSI-RS được truyền bởi TP3). Một quy trình CSI được kết hợp với giả thiết nhiễu mà TP2 là im lặng, và quy trình CSI khác tương ứng với giả thiết rằng TP3 đang truyền tín hiệu gây nhiễu.

Để tạo thuận lợi cho sơ đồ như vậy, đã có đề xuất cấu hình nhiều IMR, trong đó mạng chịu trách nhiệm thực hiện mỗi giả thiết nhiều có liên quan trong IMR tương ứng. Do đó, nhờ kết hợp IMR cụ thể với quy trình CSI cụ thể, thông tin CSI liên quan, ví dụ, CQI, có thể được làm sẵn có đối với mạng để lập lịch hiệu dụng. Trong ví dụ trên Fig.5, mạng có thể, ví dụ, cấu hình một IMR trong đó chỉ TP2 là đang truyền, và IMR khác trong đó cả hai TP2 và TP3 đều im lặng. Tiếp đó, mỗi quy trình CSI có thể được kết hợp với IMR khác nhau.

Mặc dù khả năng kết hợp quy trình CSI với một hoặc nhiều IMR cho phép mạng thu được cơ sở tốt hơn để tạo ra sự thích ứng liên kết và các quyết định lập lịch, nhưng vẫn có khả năng để cải thiện hơn nữa khi xác định thông tin trạng thái kênh. Cụ thể là, có nhu cầu đối với các cơ cấu được cải thiện để ước tính nhiều cho quy trình CSI cụ thể.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của một số phương án theo sáng chế là đề xuất cơ cấu được cải thiện để báo cáo CSI. Mục đích khác của một số phương án là cho phép sự thích ứng liên kết được cải thiện.

Mục đích thêm nữa của một số phương án theo sáng chế là cải thiện sự ước tính nhiều cho quy trình CSI, đặc biệt là trong các trường hợp CoMP.

Một số phương án đề xuất phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI. Quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu. Thiết bị không dây thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI. Tiếp đó, thiết bị không dây ước tính kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính, thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh. Tiếp đó, thiết bị không dây xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên tài nguyên đo nhiễu. Cuối cùng, thiết bị không dây truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Một số phương án đề xuất phương pháp trong nút mạng để nhận thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI từ thiết bị không dây. Nút mạng được kết hợp với cụm để truyền đa điểm được điều phối. Nút mạng truyền đến thiết bị không dây chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI. Tiếp đó, thiết bị không dây nhận thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI từ thiết bị không dây.

Một số phương án đề xuất thiết bị không dây để báo cáo thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI. Thiết bị không dây bao gồm hệ mạch xử lý và hệ mạch radio. Hệ mạch xử lý được cấu hình để thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI, để ước tính kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận, thông qua hệ mạch radio, trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu, để áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính, thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh, để xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên giả thiết nhiễu; và để truyền, thông qua hệ mạch radio, thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Một số phương án đề xuất nút mạng để nhận, từ thiết bị không dây, thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI. Nút mạng bao gồm hệ mạch xử lý và có thể kết nối với hệ mạch radio. Hệ mạch xử lý được cấu hình để truyền, thông qua hệ mạch radio, chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI đến thiết bị không dây. Hệ mạch xử lý còn được cấu hình để nhận, thông qua hệ mạch radio, thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI từ thiết bị không dây.

Một số phương án đề xuất cấu hình bù đo công suất được cải thiện, dẫn đến sự thích ứng liên kết được cải thiện. Nhờ đó mà chuyển thành hiệu suất tăng về khía cạnh hiệu quả phổ tần và các cuộc truyền giảm trong ARQ lại.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ minh họa lưới tài nguyên thời gian-tần số LTE.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa cấu trúc truyền của chế độ dồn kênh trong không gian được tiền mã hóa trong LTE.

Fig.3 là sơ đồ minh họa tín hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô.

Fig.4 là sơ đồ thể hiện các thiết kế ví dụ của các tín hiệu tham chiếu.

Fig.5 là sơ đồ minh họa cụm điều phối CoMP trong mạng không dây.

Fig.6 là sơ đồ minh họa cụm điều phối CoMP trong mạng không dây.

Fig.7 là sơ đồ minh họa cụm điều phối CoMP trong mạng không dây.

Fig.8 đến Fig.11 là các biểu đồ tiến trình minh họa các phương pháp theo một số phương án.

Fig.12a là sơ đồ khối minh họa nút mạng theo một số phương án.

Fig.12b là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của nút mạng theo một số phương án.

Fig.13a là sơ đồ khối minh họa thiết bị không dây theo một số phương án.

Fig.13b là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của thiết bị không dây theo một số phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Vấn đề cụ thể ảnh hưởng đến các phép đo nhiễu cho CoMP là ở chỗ, ngay cả trong một cụm điều phối CoMP, các UE khác nhau sẽ được cấu hình cho các phép đo CoMP trên các TP khác nhau trong cụm; nghĩa là, mỗi UE có thể được cấu hình với tập hợp đo CoMP riêng biệt mà không mở rộng tất cả các nút trong cụm điều phối. Do đó, mỗi UE như vậy sẽ xem tập hợp các TP khác là nhiễu còn lại, hoặc nhiễu không được điều phối.

Cụ thể đối với các cụm CoMP lớn hơn, nó có thể trở thành chiều hướng cấm cấu hình IMR riêng biệt cho mỗi sự kết hợp nhiễu còn lại như vậy. Do đó, với một số cấu hình của tập hợp đo CoMP, UE sẽ đo nhiễu còn lại mà thiếu sự đóng góp từ một hoặc nhiều TP gây nhiễu, và/hoặc trong đó thực sự bao gồm một hoặc nhiều TP mà sẽ không gây nhiễu.

Sự không so khớp này giữa nhiều được đo cho báo cáo CSI, và nhiều thực sự được quan sát trong sự truyền liên kết xuống, sẽ làm hỏng sự thích ứng liên kết của mạng và suy giảm hiệu suất tổng và hiệu quả phổ của mạng. Vấn đề thách thức đặc biệt là khi các mức nhiều được đo không chính xác làm cho UE báo cáo các hạng truyền không so khớp, mà khó khăn cho eNodeB để giành mức cao hơn do sự ghép chặt đối với (các) CQI và PMI.

Hơn nữa, mức nhiều được trải qua với các báo cáo CSI khác nhau có thể về cơ bản là khác nhau, mà có thể tạo ra thách thức để làm cho việc bù đo công suất có hiệu quả mong muốn cho tất cả các điểm vận hành khác nhau.

Một số phương án giải quyết các vấn đề này nhờ đề xuất giá trị điều chỉnh đặc trưng cho quy trình CSI, mà có thể là bù đo công suất hoặc hệ số tỷ lệ, và thiết bị không dây nào áp dụng cho kênh hiệu dụng như được ước tính dựa trên cấu hình tín hiệu tham chiếu của quy trình CSI. Tiếp đó, thông tin trạng thái kênh được xác định dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh. Giá trị điều chỉnh được xác định sao cho nó bù hoàn toàn hoặc một phần cho mức nhiều được ước tính hoặc đo được không chính xác. Các phương án cụ thể cho phép động thái tính bù đo công suất khác nhau cho các báo cáo CSI khác nhau. Do đó, bù đo công suất sẽ có thành phần mà đặc trưng cho mỗi quy trình CSI, trái với tình trạng kỹ thuật, trong đó bù đo công suất luôn ràng buộc với tín hiệu tham chiếu đặc trưng.

Nhờ cấu hình một cách riêng biệt các bù đo công suất cho các quy trình CSI khác nhau nên tác động của các phép đo nhiều không chính xác, mà thường tác động đến các quy trình CSI theo cách khác nhau, có thể đã được bù trong UE và nhờ đó cải thiện các hạng truyền được khuyến cáo và các CQI tương ứng. Hơn nữa, các điểm vận hành khác nhau, gây ra bởi các mức nhiều khác nhau, cho phép đo công suất có thể được điều tiết đạt đến động thái mong muốn, ví dụ, báo cáo hạng cho mỗi quy trình CSI.

Fig.5 minh họa hệ thống truyền thông không dây ví dụ 500 trong đó các phương án khác nhau theo sáng chế có thể được thực hiện. Ba điểm truyền 510, 520 và 530 tạo thành cụm điều phối CoMP. Sau đây, nhằm các mục đích minh họa và không giới hạn,

giả định rằng hệ thống truyền thông 500 là hệ thống LTE. Các điểm truyền 510, 520 và 530 là các RRU (remote radio unit - đơn vị radio từ xa), được điều khiển bởi eNodeB 560. Trong trường hợp thay thế (không được thể hiện trên hình vẽ), các điểm truyền có thể được điều khiển bởi các eNodeB riêng biệt. Nói chung, cần hiểu rõ rằng mỗi nút mạng, ví dụ, eNodeB, có thể điều khiển một hoặc nhiều điểm truyền mà có thể cùng được đặt về mặt vật lý với nút mạng, hoặc được phân phối về mặt địa lý. Trong tình huống được thể hiện trên Fig.5, giả định rằng các điểm truyền 510, 520 và 530 được kết nối với eNodeB 560, ví dụ, nhờ cáp quang hoặc kết nối vi sóng điểm với điểm. Trong trường hợp trong đó một số hoặc tất cả điểm truyền tạo thành cụm được điều khiển bởi các eNodeB khác nhau, các eNodeB đó sẽ được giả định là được kết nối với nhau, ví dụ, bằng mạng vận chuyển, để có thể trao đổi thông tin cho sự điều phối có thể có của sự truyền và nhận.

Cần hiểu rõ rằng mặc dù các ví dụ ở đây đề cập đến eNodeB nhằm các mục đích minh họa, nhưng sáng chế áp dụng được cho nút mạng bất kỳ. Sự thể hiện “nút mạng” như được sử dụng trong sáng chế này nhằm bao trùm trạm cơ sở radio bất kỳ, ví dụ, eNodeB, NodeB, eNodeB tại nhà hoặc NodeB tại nhà, hoặc loại nút mạng bất kỳ khác mà điều khiển tất cả hoặc một phần của cụm CoMP.

Hệ thống truyền thông 500 còn bao gồm hai thiết bị không dây 540 và 550. Trong ngữ cảnh của sáng chế, thuật ngữ “thiết bị không dây” bao hàm loại nút không dây bất kỳ mà có thể truyền thông với nút mạng, như trạm cơ sở, hoặc với một thiết bị không dây khác nhờ truyền và/hoặc nhận các tín hiệu không dây. Do đó, thuật ngữ “thiết bị không dây” bao hàm, nhưng không giới hạn ở: thiết bị người dùng, thiết bị đầu cuối di động, thiết bị không dây tốm hoặc di động để truyền thông máy với máy, thẻ không dây được tích hợp hoặc được nhúng, thẻ không dây được gắn bên ngoài, khóa điện tử (dongle), v.v.. Thiết bị không dây cũng có thể là nút mạng, ví dụ, trạm cơ sở. Trong toàn bộ bản mô tả này, bất kỳ khi nào sử dụng thuật ngữ “thiết bị người dùng”, thì thuật ngữ này sẽ không được hiểu là làm giới hạn, mà nên được hiểu là bao hàm thiết bị không dây bất kỳ như được xác định trên đây.

Như được đề cập trên đây, mô hình của vector dữ liệu được nhận trên các TFRE mang các ký hiệu dữ liệu có thể được ghi là

$$\mathbf{y} = \mathbf{H}\mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s} + \mathbf{e} \quad (1)$$

trong đó, để đơn giản chú thích, tác giả sáng chế đã bỏ qua chỉ số dưới n . Với các tính toán phản hồi, UE cần giả định mô hình tương tự để nhận cuộc truyền giả thiết.

Theo một phương án, UE ước tính ma trận kênh dựa trên các tín hiệu tham chiếu, ví dụ, RS đặc trưng cho ô Bản phát hành 9 hoặc RS CSI Bản phát hành 10, tạo ra ma trận kênh đo $\mathbf{H}_m$. Kênh này được định tỷ lệ nhờ yếu tố PMO đặc trưng cho quy trình CSI α_{CQI} để tạo ra mô hình cho ma trận kênh dữ liệu $\mathbf{H}$, mà tiếp đó được sử dụng để tạo thành mô hình đo cho sự xác định phản hồi là

$$\mathbf{y} = \sqrt{\alpha_{CQI}} \mathbf{H}_m \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s} + \mathbf{e} \quad (2)$$

Lưu ý rằng α_{CQI} không nhất thiết là có thể cấu hình được theo cách độc lập cho mỗi quy trình CQI, ví dụ, một số quy trình CQI có thể được nhóm để sử dụng cùng cấu hình PMO, hơn nữa PMO đặc trưng cho quy trình CSI có thể được cấu hình bằng sự điều khiển tài nguyên radio hoặc là một phần của sự chuyển nhượng báo cáo CSI trong báo cáo CSI không theo chu kỳ. Theo cách khác, các PMO được chỉ rõ thành giá trị được xác định trước theo tiêu chuẩn.

Yếu tố PMO có thể nhận nhiều dạng tương đương, bao gồm được chỉ rõ theo dB hoặc tỷ lệ tuyến tính, được tham số hóa lại làm bù công suất thay vì hệ số tỷ lệ, v.v..

Mô hình đo với sự định tỷ lệ/PMO đặc trưng cho quy trình CQI cụ thể của phần ma trận kênh được sử dụng bởi UE để xác định CSI để báo cáo; ví dụ để lựa chọn hạng, PMI và CQI nào để báo cáo.

Tổng quát hơn, một số phương án đề xuất phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo CSI cho quy trình CSI, như sẽ được mô tả sau đây có tham chiếu đến Fig.5

và biểu đồ tiến trình trên Fig.8. Như được đề cập trên đây, quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu. Tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm tập hợp các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu tương ứng với tín hiệu mong muốn được nhận. “Tín hiệu mong muốn” trong ngữ cảnh này nghĩa là tín hiệu được dự tính để nhận bởi thiết bị không dây. Tài nguyên đo nhiễu bao gồm tập hợp các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu được giả định là gây nhiễu với tín hiệu mong muốn được nhận.

Theo các phương án cụ thể, tài nguyên tín hiệu tham chiếu là tài nguyên CSI-RS. Tuy nhiên, tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là loại tài nguyên RS bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để ước tính tín hiệu mong muốn, ví dụ, tài nguyên CRS.

Trong bước 810, thiết bị không dây thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI. Giá trị điều chỉnh có thể thu được từ nút mạng, ví dụ, eNodeB phục vụ. Theo cách khác, chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh thu được từ nút mạng, ví dụ, dưới dạng của chỉ số trong bảng tìm kiếm, và giá trị điều chỉnh tương ứng được tìm kiếm từ thiết bị lưu trữ, như từ bộ nhớ của thiết bị không dây.

Trong bước 820, thiết bị không dây ước tính kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu, ví dụ, dựa trên một hoặc nhiều CSI-RS. Tiếp đó, trong bước 830 thiết bị không dây áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính. Theo đó, thiết bị không dây thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh.

Việc áp dụng giá trị điều chỉnh có thể được thực hiện theo các cách khác nhau phụ thuộc vào dạng của giá trị điều chỉnh. Theo một số biến thể, giá trị điều chỉnh là bù đo công suất cộng, và thiết bị không dây áp dụng giá trị điều chỉnh nhờ cộng nó vào ước tính kênh. Theo các biến thể khác, giá trị điều chỉnh là hệ số tỷ lệ, và thiết bị không dây nhân ước tính kênh với giá trị điều chỉnh. Hơn nữa, giá trị điều chỉnh có thể được chỉ rõ theo dB hoặc theo tỷ lệ tuyến tính.

Tiếp đó, trong bước 840 thiết bị không dây xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên tài

nguyên đo nhiều. Theo một số biến thể, IMR có thể là tài nguyên mà được cấu hình theo cách đặc trưng để đo nhiều. Ví dụ, IMR có thể bao gồm các phần tử tài nguyên trong đó tất cả các điểm truyền nằm trong cụm CoMP là im lặng, cho phép thiết bị không dây đo nhiều và ồn liên cụm. Theo các biến thể khác, IMR có thể là tài nguyên tín hiệu tham chiếu, ví dụ, tài nguyên CRS. Thiết bị không dây có thể ước tính nhiễu trong tài nguyên CRS nhờ phân tích tín hiệu còn lại sau khi trừ tín hiệu CRS được giải mã. Các phương pháp để xác định CSI dựa trên ước tính kênh và nhiễu được đo là đã được biết đến trong lĩnh vực và sẽ không được mô tả chi tiết ở đây.

Cuối cùng, trong bước 850 thiết bị không dây truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Tác dụng của việc áp dụng giá trị điều chỉnh là để bù lỗi hoặc sự không so khớp trong nhiễu được đo. Như đã được mô tả trên đây, các lỗi như vậy có thể là do, ví dụ, việc đo trên IMR mà không so khớp với giả thiết nhiễu mà mạng dự định áp dụng cho quy trình CSI này. Nhờ kết hợp giá trị điều chỉnh với quy trình CSI, nên có thể áp dụng các giá trị điều chỉnh khác nhau cho mỗi quy trình CSI, ngay cả cho các quy trình CS tương ứng với cùng tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

Theo một phương án khác, có một thành phần của giá trị bù đo công suất mà đặc trưng đối với quy trình CQI. Ví dụ, có thể có giá trị bù đo công suất P_{CQI} (thường được định nghĩa theo tỷ lệ dB) mà được kết hợp với quy trình CQI cụ thể. Giá trị bù này tiếp đó có thể được áp dụng ngoài giá trị bù đo công suất khác mà được kết hợp với ví dụ,

các tín hiệu tham chiếu đặc trưng (như P_c cho CSI-RS)

các hạng truyền được khuyến cáo đặc trưng

Sao cho giá trị bù đo công suất kết hợp thu được là

$$\alpha_{CQI} = P_{CQI} + P_{CQI_agnostic} \quad [\text{dB}]$$

trong đó $P_{CQI_agnostic}$ là giá trị bù đo công suất kết hợp mà không thể biết đối với quy trình CQI cụ thể.

Một ví dụ như vậy tương ứng với khi kênh hiệu dụng của tín hiệu mong muốn được đo trên CSI-RS cụ thể mà có giá trị bù đo công suất kết hợp P_c , mà không thể biết đối với quy trình CQI cụ thể. Hai quy trình CQI khác nhau chia sẻ cùng kênh hiệu dụng mong muốn tiếp đó sẽ dẫn đến hai giá trị bù đo công suất khác nhau

$$\alpha_{CQI}^1 = P_{CQI}^1 + P_c \quad [\text{dB}]$$

$$\alpha_{CQI}^2 = P_{CQI}^2 + P_c \quad [\text{dB}]$$

Biểu đồ tiến trình trên Fig.9 minh họa phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo CSI cho quy trình CSI theo một số phương án. Theo các phương án này, sự kết hợp của giá trị bù công suất đặc trưng cho quy trình CSI và giá trị bù công suất không thể biết đối với CQI được áp dụng, tương tự với những gì đã được mô tả trên đây. Lưu ý rằng “quy trình CSI” được định nghĩa theo cùng cách như được mô tả liên quan đến Fig.8 trên đây.

Theo các biến thể cụ thể, tài nguyên tín hiệu tham chiếu là tài nguyên CSI-RS. Tuy nhiên, như được đề cập trên đây, tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là loại tài nguyên RS bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để ước tính tín hiệu mong muốn, ví dụ, tài nguyên CRS.

Trong bước 910, thiết bị không dây thu được giá trị bù đo công suất được kết hợp với quy trình CSI. Giá trị bù đo công suất có thể thu được từ nút mạng, ví dụ, phục vụ eNodeB. Theo cách khác, chỉ dẫn về giá trị bù đo công suất thu được từ nút mạng, ví dụ, ở dạng chỉ số trong bảng tìm kiếm, và giá trị bù đo công suất tương ứng được tìm kiếm từ thiết bị lưu trữ, như từ bộ nhớ của thiết bị không dây.

Trong bước 920, thiết bị không dây ước tính kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu, ví dụ, dựa trên một hoặc nhiều CSI-RS. Tiếp đó, trong bước 930 thiết bị không dây áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính. Theo đó, thiết bị không dây thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh.

Theo phương án này, thiết bị không dây cũng áp dụng giá trị bù công suất không đặc trưng với quy trình CSI bổ sung với kênh hiệu dụng được ước tính. Giá trị bù này cũng có thể được gọi là “giá trị bù không thể biết đối với CSI”. Như ví dụ cụ thể, tài nguyên tín hiệu tham chiếu là CSI-RS, và giá trị bù công suất bổ sung là giá trị bù P_C được kết hợp với CSI-RS. Như được giải thích trên đây, giá trị bù P_C có thể được truyền tín hiệu trước, ví dụ, theo DCI (downlink control information - thông tin điều khiển liên kết xuống).

Khả năng thêm nữa là áp dụng một vài giá trị bù không đặc trưng cho quy trình CSI ngoài giá trị bù đặc trưng cho quy trình CSI, ví dụ, P_C với RS CSI, và một hoặc nhiều giá trị bù được kết hợp với các hạng truyền được khuyến cáo đặc trưng.

Giá trị bù đặc trưng cho quy trình CSI và giá trị bù (hoặc các giá trị bù) bổ sung có thể được bổ sung cùng nhau để tạo thành giá trị bù kết hợp, trước khi áp dụng giá trị bù kết hợp cho kênh hiệu dụng được ước tính.

Việc áp dụng giá trị điều chỉnh có thể được thực hiện theo các cách khác nhau phụ thuộc vào dạng của giá trị điều chỉnh. Theo một số biến thể, giá trị điều chỉnh là giá trị bù đo công suất cộng, và thiết bị không dây áp dụng giá trị điều chỉnh nhờ cộng nó vào ước tính kênh. Theo các biến thể khác, giá trị điều chỉnh là hệ số tỷ lệ, và thiết bị không dây nhân ước tính kênh với giá trị điều chỉnh. Hơn nữa, giá trị điều chỉnh có thể được chỉ rõ theo dB hoặc theo tỷ lệ tuyến tính.

Tiếp đó, trong bước 940 thiết bị không dây xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, theo cùng cách như với bước 840 trên đây.

Cuối cùng, trong bước 950 thiết bị không dây truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Một phương pháp tiếp cận khác để ước tính nhiễu, mà có thể được sử dụng cùng chung với các phép đo dựa trên tài nguyên đo nhiễu, là có nhiều mô phỏng thiết bị đầu cuối từ trong các điểm được điều phối theo giả thiết nhiễu, nhờ, ví dụ, giả định sự truyền đẳng hướng từ mỗi trong số các điểm truyền mà được giả định là gây nhiễu với giả thiết nhiễu. Việc này có ưu điểm là có thể đủ để thiết bị đầu cuối thực hiện các

phép đo nhiễu trên một IMR, trong đó không có nhiễu từ điểm truyền được điều phối, mà từ đó mỗi giả thiết nhiễu được suy ra. Ví dụ, nếu nhiễu và ồn còn lại này được đo và được đặc trưng, bởi thiết bị đầu cuối, là quy trình ngẫu nhiên Gaussian có giá trị phức

$$\mathbf{e}_n \in CN(0, \mathbf{Q}_e),$$

trong đó $\mathbf{Q}_e$ là ma trận tương quan và các phần tử của $\mathbf{e}_n$ tương ứng với sự thực hiện nhiễu trên mỗi trong số các anten nhận. Tiếp đó, thiết bị đầu cuối có thể sửa đổi nhiễu còn lại để tương ứng với giả thiết nhiễu CoMP cụ thể nhờ mô phỏng nhiễu trong cụm CoMP từ điểm truyền, mà nó đã đo kênh hiệu dụng cho, $\mathbf{H}_{eff}$, là

$$\tilde{\mathbf{e}}_n = \mathbf{e}_n + \mathbf{H}_{eff} \mathbf{q}_n$$

trong đó $\mathbf{q}_n$ là tín hiệu ngẫu nhiên đẳng hướng của công suất danh định đặc trưng. Tuy nhiên, lưu ý rằng với thiết bị đầu cuối có thể mô phỏng nhiễu trong cụm CoMP thì thiết bị đầu cuối cần đạt được ước tính kênh tin cậy cho mỗi điểm mà nó nên thêm nhiễu vào. Trên thực tế, điều này có nghĩa là,

- trạm cần biết sự có mặt của nút, hoặc cụ thể hơn là, sự có mặt của các tín hiệu tham chiếu kết hợp mà nó sẽ đo kênh trên đó
- SINR của các tín hiệu tham chiếu cần đủ cao để thực hiện đủ các ước tính chính xác của kênh hiệu dụng
- việc xử lý của UE phải được định kích thước để có khả năng theo dõi mỗi trong số các ước tính kênh hiệu dụng này.

Trên thực tế, điều này có nghĩa là UE có khả năng chỉ có thể mô phỏng nhiễu từ trong tập hợp đo CoMP được cấu hình, mà bị giới hạn về kích thước. Thông thường, kích thước của tập hợp đo lên đến hai, hoặc có thể là ba TP (nghĩa là, các tài nguyên CSI-RS). Do đó, với các cụm hợp tác CoMP có nhiều hơn hai nút, là tình huống điển hình (ví dụ, sự điều phối macro trong vị trí ba khu vực, như được minh họa trên Fig.6) tập hợp đo CoMP có thể khả năng không thể biểu diễn tất cả các nút, và do đó nhiễu từ

bên ngoài tập hợp đo CoMP, nhưng bên trong cụm điều phối CoMP, phải được thu bằng cách khác với UE mô phỏng nhiễu.

Theo một phương án khác, quy trình CQI liên quan đến khuyến cáo CSI cho kênh giả thiết trong đó UE mô phỏng nhiễu từ bộ nhiễu, như được nêu trên, là

$$\mathbf{y} = \sqrt{\alpha_{CQI}} \mathbf{H}_m \mathbf{W}_{N_T \times r} \mathbf{s} + \sqrt{\beta_{CQI}} \mathbf{H}_{eff} \mathbf{q}_n + \mathbf{e} \quad (3)$$

trong đó β_{CQI} là giá trị bù đo công suất cho kênh hiệu dụng của bộ nhiễu được mô phỏng.

Phương án này có ưu điểm là tác động của nhiễu được mô phỏng trên quy trình CSI cụ thể có thể cấu hình được theo cách riêng biệt.

Theo một phương án, giá trị bù đo công suất của kênh hiệu dụng gây nhiễu là không đặc trưng (được chia sẻ) cho mỗi quy trình CSI; nghĩa là,

$$\beta_{CQI} = \beta$$

trong đó β không thể biết đối với quy trình CSI.

Theo một phương án khác β_{CQI} , ít nhất một phần, được xác định nhờ cấu hình bù đo công suất đặc trưng cho quy trình CSI. Một ví dụ tương ứng với

$$\beta_{CQI} = P_{\beta, CQI} + P_{\beta, CQI_agnostic} \quad [\text{dB}]$$

trong đó $P_{\beta, CQI}$ là giá trị bù đo công suất, đặc trưng cho quy trình CSI cụ thể, và $P_{\beta, CQI_agnostic}$ là các giá trị bù đo công suất liên quan khác mà không thể biết đối với quy trình CSI (ví dụ, P_c của CSI-RS được kết hợp với bộ nhiễu).

Theo phương án khác nữa, $P_{\beta, CQI} = P_{CQI}$. Phương án này có ưu điểm là giảm độ phức tạp và tổng phí cấu hình, nhưng chưa cho phép việc cấu hình tác động của nhiễu còn lại $\mathbf{e}$ trên quy trình CSI cụ thể. Lưu ý rằng SINR hiệu dụng của (3) có thể được biểu diễn là

$$SINR = \frac{\alpha_{CQI} S}{\beta_{CQI} I_{emulated} + I_e} = \frac{P_{CQI_agnostic} S}{P_{\beta, CQI_agnostic} \cdot I_{emulated} + \frac{I_e}{P_{CQI}}}$$

trong đó S và $I_{emulated}$ lần lượt là công suất tín hiệu mong muốn và công suất nhiễu được mô phỏng, không bao gồm giá trị bù công suất kết hợp, và I_e là công suất nhiễu và ồn được đo (tương ứng với e). Lưu ý rằng các giá trị bù công suất được biểu diễn theo tỷ lệ tuyến tính trong phương trình (không theo dB như trên). Như có thể thấy được, cấu hình đặc trưng cho quy trình CSI, P_{CQI} , dịch thành cấu hình về bao nhiêu nhiễu còn lại được đo sẽ ảnh hưởng đến các báo cáo CSI cho quy trình CSI.

Fig.10 minh họa phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo CSI cho quy trình CSI theo một số phương án, trong tình huống mà thiết bị không dây mô phỏng nhiễu. Quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu và IMR được định nghĩa như được mô tả liên quan đến Fig.8 nêu trên. Quy trình CSI còn tương ứng với một hoặc nhiều cấu hình mô phỏng nhiễu. Mỗi cấu hình mô phỏng nhiễu được kết hợp với tín hiệu tham chiếu được nhận từ bộ nhiễu được giả định.

Theo các biến thể cụ thể, tài nguyên tín hiệu tham chiếu là tài nguyên CSI-RS. Tuy nhiên, như được đề cập trên đây, tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là loại tài nguyên RS bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để ước tính tín hiệu mong muốn, ví dụ, tài nguyên CRS.

Trong bước 1010, thiết bị không dây thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI. Giá trị điều chỉnh có thể thu được theo cách bất kỳ trong số các cách được mô tả liên quan đến Fig.8 trên đây.

Trong bước 1020, thiết bị không dây ước tính kênh hiệu dụng, và trong bước 1030 áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính. Các bước này tương ứng với các bước 820 và 830 trên đây. Việc áp dụng giá trị điều chỉnh có thể được thực hiện theo các cách khác nhau, như được mô tả liên quan đến Fig.8 trên đây.

Tiếp đó, thiết bị không dây mô phỏng nhiều theo cấu hình hoặc các cấu hình mô phỏng trong các bước 1040-1050. Trong bước 1040, thiết bị không dây ước tính, cho mỗi cấu hình mô phỏng nhiều, kênh hiệu dụng dựa trên tín hiệu tham chiếu kết hợp. Tiếp đó, thiết bị không dây mô phỏng 1050 nhiều cho mỗi cấu hình mô phỏng nhiều dựa trên kênh hiệu dụng được ước tính cho cấu hình đó. Như được giải thích trên đây, một cách để mô phỏng nhiều là nhân ước tính kênh với tín hiệu ngẫu nhiên đẳng hướng.

Theo biến thể của phương án này, thiết bị không dây áp dụng giá trị điều chỉnh với nhiều được mô phỏng, ví dụ, nhờ nhân nhiều được mô phỏng cho mỗi cấu hình mô phỏng với hệ số tỷ lệ. Giá trị điều chỉnh có thể là cùng giá trị mà đã được áp dụng cho ước tính kênh, nghĩa là giá trị điều chỉnh đặc trưng cho quy trình CSI mà đã thu được trong bước 1010, hoặc nó có thể là giá trị điều chỉnh thứ hai. Giá trị điều chỉnh thứ hai có thể thu được, ví dụ, thông qua truyền tín hiệu từ nút mạng, ví dụ, truyền tín hiệu RRC, hoặc có thể được tìm kiếm từ bộ nhớ của thiết bị không dây, ví dụ, dựa trên chỉ số được nhận từ nút mạng.

Giá trị điều chỉnh thứ hai có thể là chung đối với tất cả quy trình CSI, nghĩa là không đặc trưng cho quy trình CSI hoặc không thể biết đối với CSI. Theo cách khác, giá trị điều chỉnh thứ hai có thể là chung đối với nhóm của các quy trình CSI, hoặc nó có thể là đặc trưng cho quy trình CSI cụ thể này. Trong trường hợp sau, do đó, hai giá trị điều chỉnh đặc trưng cho quy trình CSI thu được trong bước 1010, một giá trị được áp dụng với ước tính kênh tương ứng với tín hiệu mong muốn, và một giá trị được áp dụng với tín hiệu hoặc các tín hiệu gây nhiễu được mô phỏng.

Theo các biến thể khác, giá trị điều chỉnh thứ hai bao gồm thành phần đặc trưng cho quy trình CSI và không đặc trưng cho quy trình CSI. Ví dụ, giá trị điều chỉnh thứ hai có thể là kết hợp của giá trị bù đặc trưng cho CSI-RS P_C , và giá trị đặc trưng cho quy trình CSI.

Tiếp đó, trong bước 1060 thiết bị không dây xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, dựa trên nhiều được ước tính dựa trên tài nguyên đo nhiễu, và dựa trên nhiễu được mô phỏng. Theo biến thể cụ thể, thiết bị

không dây cộng nhiễu được đo dựa trên IMR và nhiễu được mô phỏng cho mỗi cấu hình, để tạo thành ước tính nhiễu kết hợp.

Cuối cùng, trong bước 1070 thiết bị không dây truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Theo phương án khác, quy trình CQI bao gồm khuyến cáo CSI được tổng hợp để truyền kết hợp qua nhiều kênh giả thiết tương ứng với các tài nguyên CSI-RS khác nhau là

$$\mathbf{y} = \left(\sum_i \sqrt{\alpha_{CQI,i}} \mathbf{H}_{m,i} \mathbf{W}_{N_{T,i} \times r} \right) \mathbf{s} + \mathbf{e}$$

trong đó các chỉ số i tương ứng với các tài nguyên CSI-RS khác nhau mà được kết hợp với sự truyền kết hợp, và trong đó $\alpha_{CQI,i}$ là tập hợp đặc trưng cho quy trình CQI của các giá trị bù đo công suất cho các kênh, $\mathbf{H}_{m,i}$, của các tài nguyên này.

Ưu điểm của phương án này là nó cho phép eNodeB cấu hình UE để bù cho sự mất cường độ tín hiệu tiềm năng do các biến đổi pha mà biến đổi nhanh giữa các điểm truyền khi thực hiện sự truyền kết hợp, dẫn đến sự kết hợp không chặt chẽ tại thời điểm truyền.

Theo phương án thêm nữa, tất cả các giá trị bù đo công suất này cho các kênh khác nhau là bằng nhau trong quy trình CQI $\alpha_{CQI,i} = \alpha_{CQI}$, hoặc chia sẻ thành phần chung, P_{CQI} , (có thể cấu hình được theo cách riêng biệt) là

$$\alpha_{CQI,i} = P_{CQI} + P_{c,i} \quad [\text{dB}],$$

trong đó $P_{c,i}$ là giá trị bù đặc trưng cho kênh hiệu dụng (ví dụ, được ràng buộc với tín hiệu tham chiếu cụ thể).

Phương pháp trong thiết bị không dây để báo cáo CSI cho quy trình CSI, theo một số phương án trong tình huống truyền kết hợp, sẽ được mô tả sau đây, một lần nữa tham chiếu đến Fig.8. Quy trình CSI tương ứng ít nhất hai tài nguyên tín hiệu tham

chiều và tài nguyên đo nhiễu. Quy trình CSI tùy chọn cũng tương ứng với một hoặc nhiều cấu hình mô phỏng nhiễu, như được mô tả trên đây. Theo các biến thể cụ thể, tài nguyên tín hiệu tham chiếu là tài nguyên CSI-RS. Tuy nhiên, như được đề cập trên đây, tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là loại tài nguyên RS bất kỳ khác mà có thể được sử dụng để ước tính tín hiệu mong muốn, ví dụ, tài nguyên CRS.

Trong bước 810, thiết bị không dây thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với mỗi một tài nguyên trong số các tài nguyên tín hiệu tham chiếu cho quy trình CSI. Các giá trị điều chỉnh có thể thu được theo cách bất kỳ trong số các cách được mô tả liên quan đến Fig.8 trên đây.

Trong bước 820, thiết bị không dây ước tính kênh hiệu dụng cho mỗi tài nguyên tín hiệu tham chiếu của quy trình CSI, và áp dụng giá trị điều chỉnh được kết hợp cho tài nguyên tín hiệu tham chiếu với kênh hiệu dụng được ước tính, thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh. Việc áp dụng giá trị điều chỉnh có thể được thực hiện theo các cách khác nhau, như được mô tả trên đây.

Tiếp đó, trong bước 840, thiết bị không dây xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên các kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên tài nguyên đo nhiễu. Tùy chọn, thiết bị không dây cũng có thể dựa trên nhiễu được mô phỏng CSI, như được mô tả trên đây.

Cuối cùng, trong bước 850 thiết bị không dây truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

Fig.11 minh họa phương pháp trong nút mạng để nhận thông tin CSI cho quy trình CSI từ thiết bị không dây theo một số phương án. Phương pháp này tương ứng với các phương pháp trong thiết bị không dây được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10. Nút mạng được bao gồm trong hoặc điều khiển cụm cho sự truyền đa điểm được điều phối, ví dụ, cụm TP1-TP3 được thể hiện trên Fig.5. Tổng quát hơn, nút mạng được kết hợp với cụm. Như ví dụ cụ thể, nút mạng có thể là eNodeB 560 điều khiển TP1-TP3, mà là các đầu radio từ xa. Theo tình huống thay thế, như tình huống được thể hiện trên Fig.6, nút mạng là eNodeB với ba anten khu vực mà tương ứng với

các điểm truyền TP1-TP3. Theo một tình huống khác nữa, như được thể hiện trên Fig.7, TP1-TP3 có thể tạo thành cụm CoMP và nút mạng có thể hoặc là eNodeB điều khiển TP1 và TP3, hoặc là eNodeB điều khiển TP2, và phục vụ ô pico 720.

Như được đề cập trên đây, quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, và tùy chọn là cả một hoặc nhiều cấu hình mô phỏng nhiễu.

Theo phương pháp, nút mạng xác định 1120 giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI, dựa trên giả thiết nhiễu được kết hợp với quy trình CSI. Giả thiết nhiễu tương ứng với tập hợp các điểm truyền được giả định là gây nhiễu với tín hiệu được dự tính để nhận bởi thiết bị không dây.

Theo một số biến thể, giá trị điều chỉnh được xác định sao cho nó bù nhiễu mà sẽ được truyền từ điểm truyền gây nhiễu được giả định theo giả thiết nhiễu, nhưng sẽ không được ước tính bởi thiết bị không dây. Ví dụ, giá trị điều chỉnh có thể được xác định để bù nhiễu từ một hoặc nhiều điểm truyền mà được giả định là gây nhiễu theo giả thiết nhiễu, nhưng không được bao gồm trong tập hợp đo cho thiết bị không dây.

Một số phương pháp cụ thể để xác định giá trị điều chỉnh sẽ được mô tả sau đây. Thông số điều chỉnh đặc trưng cho quy trình CSI có thể, ví dụ, được xác định bởi eNodeB nhờ kiểm soát phản hồi ARQ lai từ UE: nếu một phần của các tin nhắn ARQ lai được nhận mà được kết hợp với các khối vận chuyển được truyền theo khuyến cáo của quy trình CSI cụ thể tương ứng với NACK (ví dụ, không được giải mã thành công bởi UE) vượt quá (hoặc thấp hơn) ngưỡng đích, giá trị điều chỉnh của quy trình CSI đó có thể được cấu hình theo cách bảo toàn (hoặc tích cực) hơn để sao cho đáp ứng tốt hơn ngưỡng đích. Các thủ tục như vậy thường được gọi chung là OLLA (outer loop link adaptation - sự thích ứng liên kết vòng lặp ngoài), trong đó thủ tục trên tương ứng với OLLA đặc trưng cho quy trình CSI, và trong đó mạng cấu hình sự điều chỉnh OLLA để được thực hiện bởi UE bằng thông số điều chỉnh đặc trưng cho quy trình CSI (trái với có bù phía eNodeB, trong đó các CQI được báo cáo được điều chỉnh bởi eNodeB khi lựa chọn định dạng vận chuyển cho sự truyền liên kết xuống).

Theo phương án thực hiện thay thế/bổ sung, eNodeB cũng sử dụng các tin nhắn ARQ lai được truyền bởi các UE khác mà được cấu hình với quy trình CSI tương tự, mà có thể đẩy nhanh sự hội tụ của OLLA đặc trưng cho quy trình CSI.

Theo phương án thực hiện như vậy khác nữa, eNodeB sử dụng thông tin đặc trưng cho sự triển khai mà dẫn đến các xu hướng có thể dự đoán trong báo cáo CSI, như sự đánh giá không đúng mức có thể dự đoán của các mức nhiễu cho các quy trình CSI đặc trưng gây ra bởi, ví dụ, các điểm truyền gây nhiễu mà bị làm câm trên tài nguyên đo nhiễu kết hợp.

Nút mạng còn truyền, trong bước 1110, thông tin cấu hình cho quy trình CSI đến thiết bị không dây.

Trong bước 1130, nút mạng truyền 1130 chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh đến thiết bị không dây. Theo biến thể, chỉ dẫn được truyền như một phần của thông tin cấu hình quy trình CSI. Nhờ chỉ dẫn giá trị điều chỉnh, nút mạng cho phép thiết bị không dây bù phép đo nhiễu không chính xác hoặc không hoàn toàn, như được mô tả trên đây với tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10.

Tiếp đó, trong bước 1140 nút mạng nhận thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI từ thiết bị không dây.

Tùy chọn, trong bước 1150 nút mạng thực hiện sự thích ứng liên kết, dựa trên thông tin trạng thái kênh được nhận.

Fig.12 đến Fig.13 minh họa các thiết bị được cấu hình để thực hiện các phương pháp được mô tả trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11.

Fig.12a minh họa nút mạng 1200 để nhận, từ thiết bị không dây 1300, thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI. Nút mạng 1200 bao gồm hệ mạch xử lý 1220, và có thể kết nối với hệ mạch radio 1210. Theo một số biến thể, hệ mạch radio 1210 được bao gồm trong nút mạng 1200, trong khi đó theo các biến thể khác, hệ mạch radio 1210 là nằm ngoài. Ví dụ, trong tình huống minh họa trên Fig.5, nút mạng 560 tương ứng với nút mạng 1200. Hệ mạch radio trong ví dụ này đặt trong các điểm

truyền được phân phối TP1-TP3, mà không cùng được đặt về mặt vật lý với nút mạng 560. Tuy nhiên, trong ví dụ được thể hiện trên Fig.6, các điểm truyền tương ứng với các anten khu vực tại nút mạng, ví dụ, eNodeB, và trong trường hợp này hệ mạch radio có thể được bao gồm trong nút mạng.

Hệ mạch xử lý 1220 được cấu hình để truyền, thông qua hệ mạch radio 1210, chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI đến thiết bị không dây 1300, và nhận, thông qua hệ mạch radio 1210, thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI từ thiết bị không dây 1300.

Fig.12a minh họa các chi tiết về phương án thực hiện có thể có của hệ mạch xử lý 1220.

Fig.13a thể hiện thiết bị không dây 1300 để báo cáo thông tin trạng thái kênh, CSI, cho quy trình CSI. Thiết bị không dây bao gồm hệ mạch radio 1310 và hệ mạch xử lý 1320. Hệ mạch xử lý 1320 được cấu hình để thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI, và để ước tính kênh hiệu dụng dựa trên một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận, thông qua hệ mạch radio 1310, trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu. Hệ mạch xử lý 1320 còn được cấu hình để áp dụng giá trị điều chỉnh cho kênh hiệu dụng được ước tính, thu được kênh hiệu dụng được điều chỉnh, để xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên giả thiết nhiễu, và để truyền, thông qua hệ mạch radio 1310, thông tin trạng thái kênh đến nút mạng 1200.

Fig.13b minh họa các chi tiết về phương án thực hiện có thể có của hệ mạch xử lý 1320.

Hệ mạch xử lý 1220, 1320 có thể bao gồm một hoặc một vài bộ vi xử lý 1630, bộ xử lý tín hiệu số, và dạng tương tự, cũng như phần cứng số và bộ nhớ khác. Bộ nhớ có thể bao gồm một hoặc một vài loại bộ nhớ như ROM (read-only memory - bộ nhớ chỉ đọc), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên, bộ nhớ đệm (cache), các thiết bị nhớ cực nhanh (flash), các thiết bị lưu trữ quang, v.v., lưu trữ mã chương trình để thực hiện một hoặc nhiều giao thức viễn thông và/hoặc truyền thông dữ liệu và để thực hiện một hoặc

nhiều kỹ thuật được mô tả ở đây. Bộ nhớ còn lưu trữ dữ liệu chương trình và dữ liệu người dùng được nhận từ thiết bị không dây.

Không phải tất cả các bước của các kỹ thuật được mô tả ở đây nhất thiết được thực hiện trong một bộ vi xử lý hoặc thậm chí trong một môđun.

Cần lưu ý rằng mặc dù hệ thuật ngữ từ LTE 3GPP đã được sử dụng trong bản mô tả này để minh họa bằng ví dụ cho sáng chế, nhưng điều này không được hiểu là giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế chỉ vào hệ thống nêu trên. Các hệ thống không dây khác, bao gồm WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access - Đa truy nhập phân mã băng rộng), WiMax, UMB (Ultra-Mobile Broadband - Siêu băng rộng di động) và GSM (Global System for Mobile communications - Hệ thống truyền thông di động toàn cầu), cũng có thể có lợi khi khai thác các ý tưởng được bao trùm trong bản mô tả này.

Khi sử dụng cụm từ "bao gồm" hoặc "gồm" thì cụm từ sẽ được hiểu là không làm giới hạn, nghĩa là có nghĩa là "bao gồm ít nhất".

Sáng chế không bị giới hạn vào các phương án ưu tiên được mô tả trên đây. Các biến thể, biến đổi và tương đương có thể được sử dụng. Do đó, các phương án trên đây không được xem là làm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế, phạm vi bảo hộ của sáng chế được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp được thực hiện trong nút không dây mà truyền thông với nút mạng, để báo cáo CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) đối với ít nhất hai quy trình CSI, mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm tập hợp thứ nhất của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu tương ứng với tín hiệu mong muốn được nhận, và trong đó tài nguyên đo nhiễu bao gồm tập hợp thứ hai của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu được giả định là gây nhiễu với tín hiệu mong muốn được nhận, phương pháp này bao gồm các bước đối với mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI:

thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI;

xác định kênh hiệu dụng được điều chỉnh dựa trên giá trị điều chỉnh và một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu;

xác định thông tin trạng thái kênh đối với quy trình CSI dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên tài nguyên đo nhiễu; và

truyền thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó mỗi trong số các quy trình CSI còn lần lượt tương ứng với một hoặc nhiều cấu hình mô phỏng nhiễu, trong đó mỗi cấu hình mô phỏng nhiễu được kết hợp với tín hiệu tham chiếu được nhận từ bộ nhiễu được giả định, phương pháp này còn bao gồm các bước, đối với mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI:

ước tính, đối với mỗi cấu hình mô phỏng nhiễu tương ứng với quy trình CSI, kênh hiệu dụng dựa trên tín hiệu tham chiếu được kết hợp;

mô phỏng nhiễu đối với mỗi cấu hình mô phỏng nhiễu dựa trên kênh hiệu dụng được ước tính đối với cấu hình đó; và

xác định thông tin trạng thái kênh đối với quy trình CSI cũng dựa trên nhiều được mô phỏng.

3. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm bước áp dụng giá trị điều chỉnh cho nhiều được mô phỏng đối với mỗi cấu hình mô phỏng nhiều.

4. Phương pháp theo điểm 2, phương pháp này còn bao gồm bước thu được giá trị điều chỉnh thứ hai đối với các cấu hình mô phỏng nhiều, và áp dụng giá trị điều chỉnh thứ hai cho nhiều được mô phỏng đối với mỗi cấu hình.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó một hoặc nhiều trong số ít nhất hai quy trình CSI tương ứng với ít nhất hai tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và trong đó, đối với mỗi trong số một hoặc nhiều quy trình CSI, giá trị điều chỉnh riêng lẻ được kết hợp với mỗi một trong số các tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị điều chỉnh là giá trị bù đo công suất.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị điều chỉnh là hệ số tỷ lệ.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó giá trị điều chỉnh đối với mỗi quy trình CSI thu được từ nút mạng.

9. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp này còn bao gồm các bước, đối với mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI:

nhận chỉ số giá trị điều chỉnh quy trình CSI, từ nút mạng, chỉ số giá trị điều chỉnh quy trình CSI là chỉ số trong bảng tra cứu được xác định trước, và

tìm kiếm giá trị điều chỉnh đối với quy trình CSI từ bảng tra cứu được xác định trước phù hợp với chỉ số giá trị điều chỉnh quy trình CSI được nhận.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó thông tin trạng thái kênh bao gồm một hoặc nhiều trong số: phần tử chỉ báo chất lượng kênh, phần tử chỉ báo ma trận tiền mã hóa, chỉ báo hạng, và kiểu ma trận tiền mã hóa.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút không dây được cấu hình với hai quy trình CSI tương ứng với cùng tài nguyên tín hiệu tham chiếu, và được kết hợp với các giá trị điều chỉnh khác nhau.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu là tài nguyên CSI-RS.

13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tài nguyên đo nhiễu là tài nguyên tín hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô, và trong đó nhiễu được ước tính nhờ trừ tín hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô được giải mã từ tín hiệu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu đặc trưng cho ô.

14. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nút không dây bao gồm UE (user equipment - thiết bị người dùng).

15. Phương pháp trong nút mạng để nhận, từ nút không dây mà truyền thông với nút mạng, CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) đối với ít nhất hai quy trình CSI, mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu tương ứng với tín hiệu mong muốn được nhận, và trong đó tài nguyên đo nhiễu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu được giả định là gây nhiễu với tín hiệu mong muốn có mặt, nút mạng được bao gồm trong cụm đối với việc truyền đa điểm được điều phối, phương pháp này bao gồm các bước đối với mỗi trong số ít nhất hai quy trình:

truyền, đến nút không dây, chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI;

nhận thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI sử dụng giá trị điều chỉnh từ nút không dây.

16. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm bước xác định giá trị điều chỉnh dựa trên giả thiết nhiễu được kết hợp với quy trình CSI, giả thiết nhiễu

tương ứng với tập hợp của các điểm truyền được giả định là gây nhiễu với tín hiệu được dự tính để nhận bởi nút không dây.

17. Phương pháp theo điểm 15, trong đó giá trị điều chỉnh bù cho nhiễu từ một hoặc nhiều điểm truyền mà được giả định là gây nhiễu theo giả thiết nhiễu, nhưng không được bao gồm trong tập hợp đo đối với thiết bị không dây.

18. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm bước:

truyền thông tin cấu hình đối với quy trình CSI đến nút không dây.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được bao gồm trong thông tin cấu hình.

20. Phương pháp theo điểm 15, phương pháp này còn bao gồm bước thực hiện thích ứng liên kết dựa trên thông tin trạng thái kênh được nhận.

21. Thiết bị không dây để báo cáo CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) đối với ít nhất hai quy trình CSI, mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu tương ứng với tín hiệu mong muốn được nhận, và trong đó tài nguyên đo nhiễu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu được giả định là gây nhiễu đối với tín hiệu mong muốn được nhận, thiết bị không dây bao gồm nút không dây mà truyền thông với nút mạng, thiết bị không dây bao gồm hệ mạch radio và hệ mạch xử lý, hệ mạch xử lý được cấu hình để:

thu được giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI;

xác định kênh hiệu dụng được điều chỉnh dựa trên giá trị điều chỉnh và một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu được nhận trong tài nguyên tín hiệu tham chiếu;

xác định thông tin trạng thái kênh dựa trên kênh hiệu dụng được điều chỉnh, và dựa trên nhiễu được ước tính dựa trên giả thiết nhiễu; và

truyền, qua hệ mạch radio, thông tin trạng thái kênh đến nút mạng.

22. Nút mạng để nhận, từ nút không dây mà truyền thông với nút mạng, CSI (channel state information - thông tin trạng thái kênh) đối với ít nhất hai quy trình CSI, mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI tương ứng với tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu, trong đó tài nguyên tín hiệu tham chiếu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu tham chiếu tương ứng với tín hiệu được dự tính để nhận trong thiết bị không dây được truyền, và trong đó tài nguyên đo nhiễu bao gồm tập hợp của các phần tử tài nguyên trong đó một hoặc nhiều tín hiệu được giả định là gây nhiễu với tín hiệu được dự tính có mặt, nút mạng bao gồm hệ mạch radio và hệ mạch xử lý, hệ mạch xử lý được cấu hình, đối với mỗi trong số ít nhất hai quy trình CSI, để:

truyền, qua hệ mạch radio, chỉ dẫn của giá trị điều chỉnh được kết hợp với quy trình CSI đến nút không dây;

nhận, qua hệ mạch radio, thông tin trạng thái kênh liên quan đến quy trình CSI sử dụng giá trị điều chỉnh từ nút không dây.

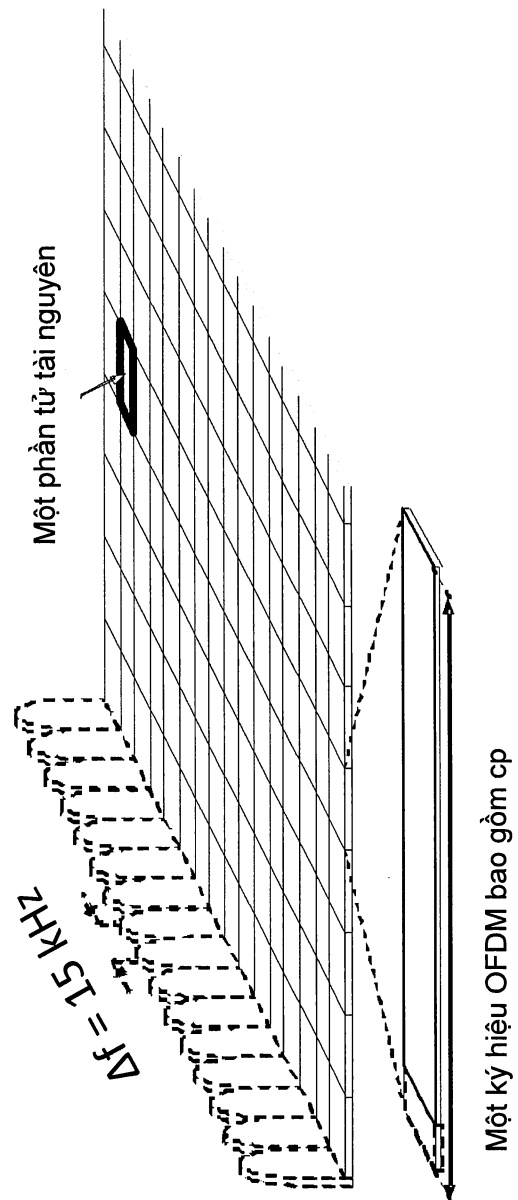


Fig.1

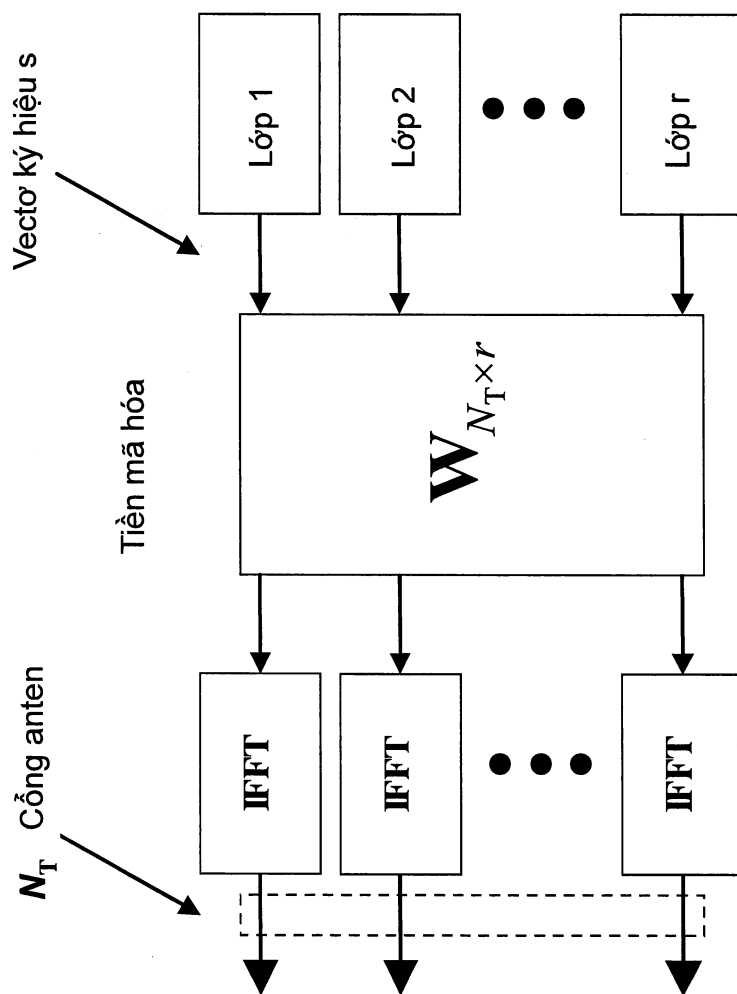


Fig. 2

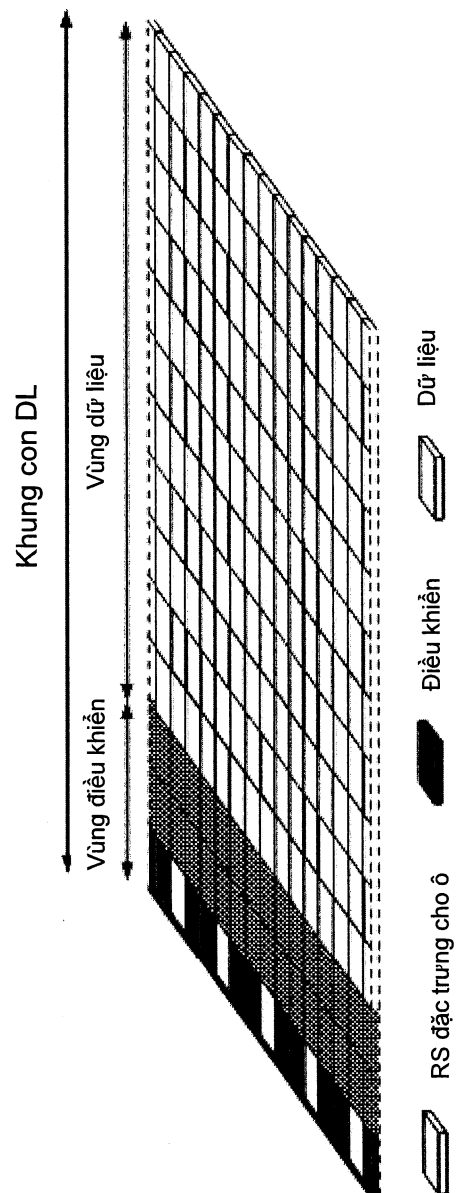


Fig. 3

4/14

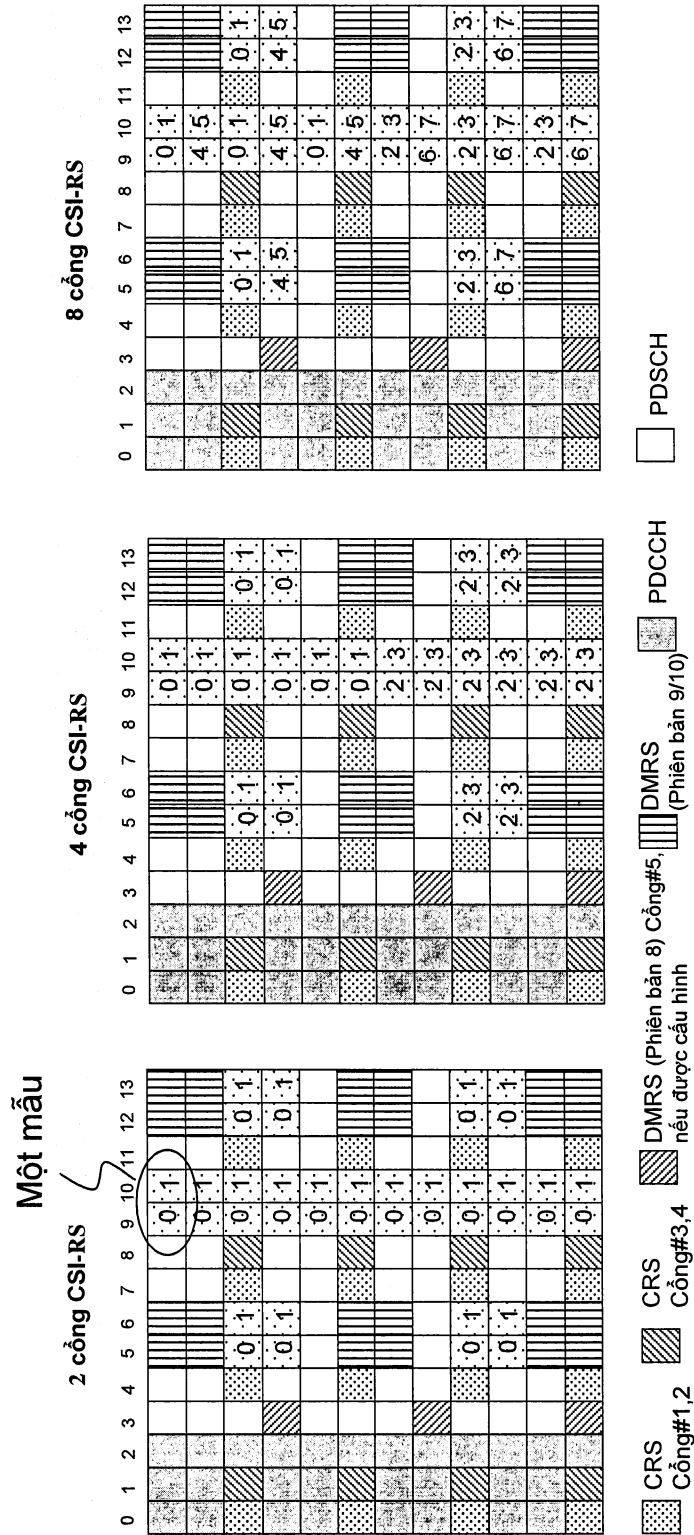


Fig.4

5/14

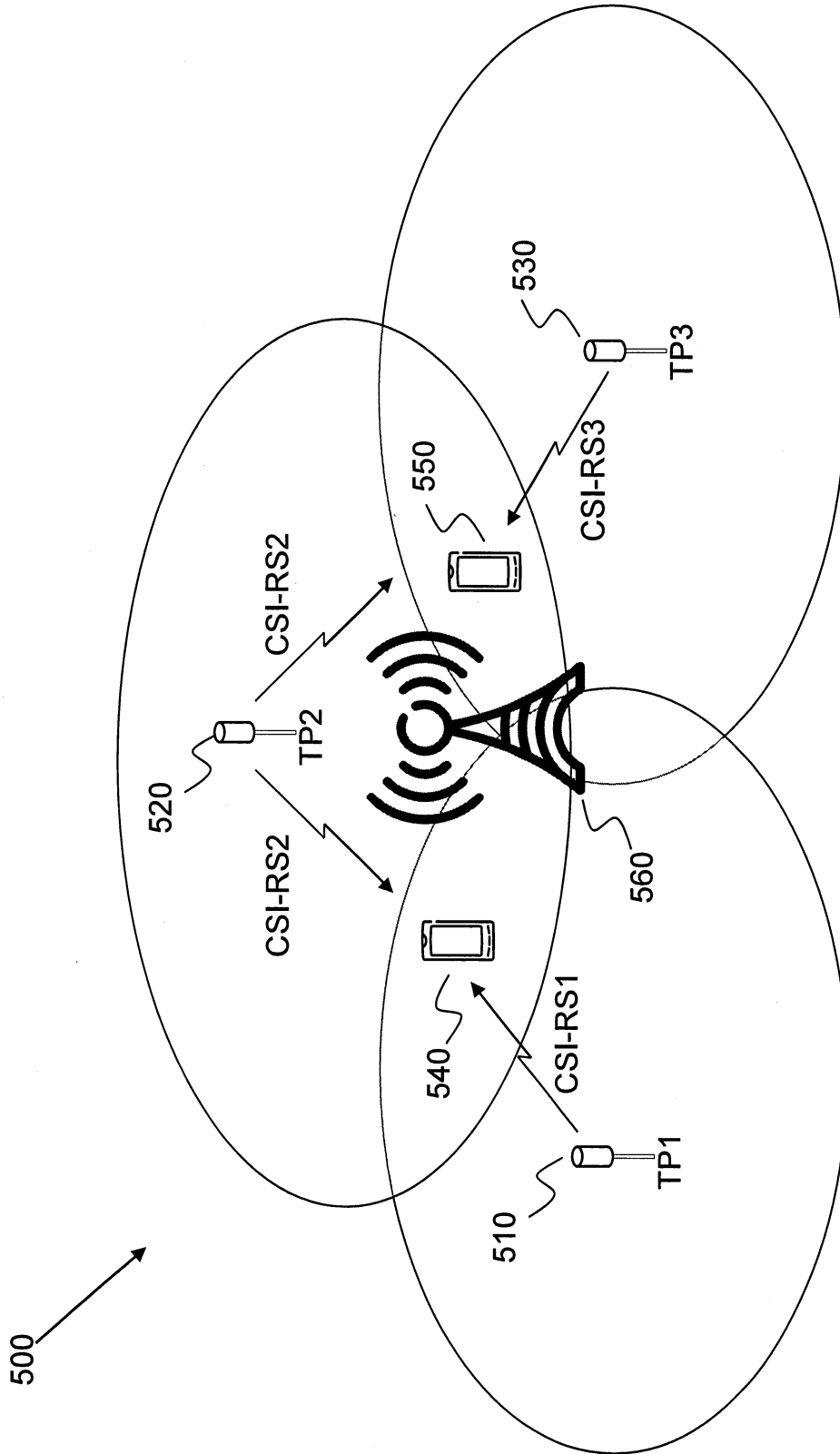


Fig. 5

6/14

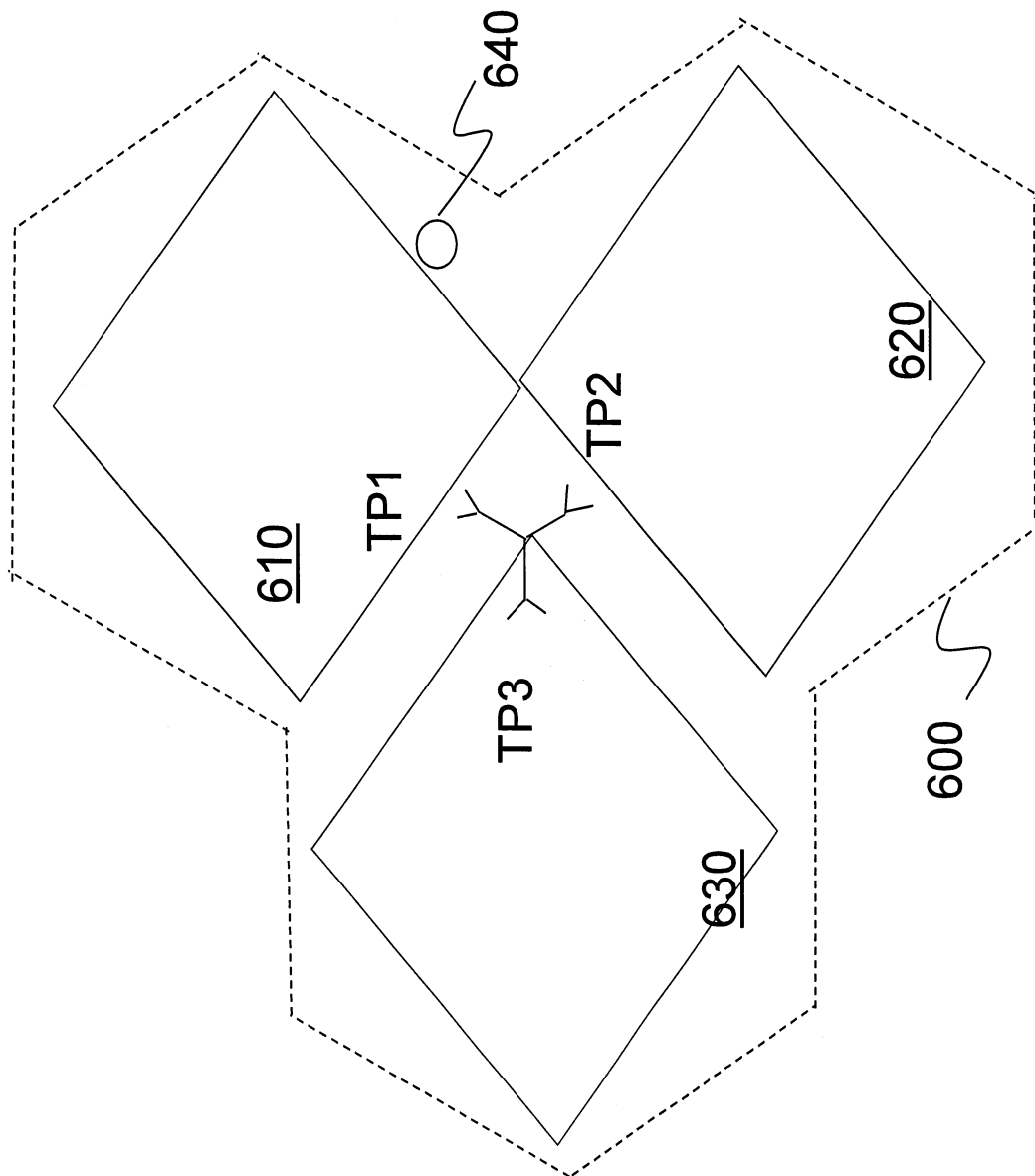


Fig. 6

7/14

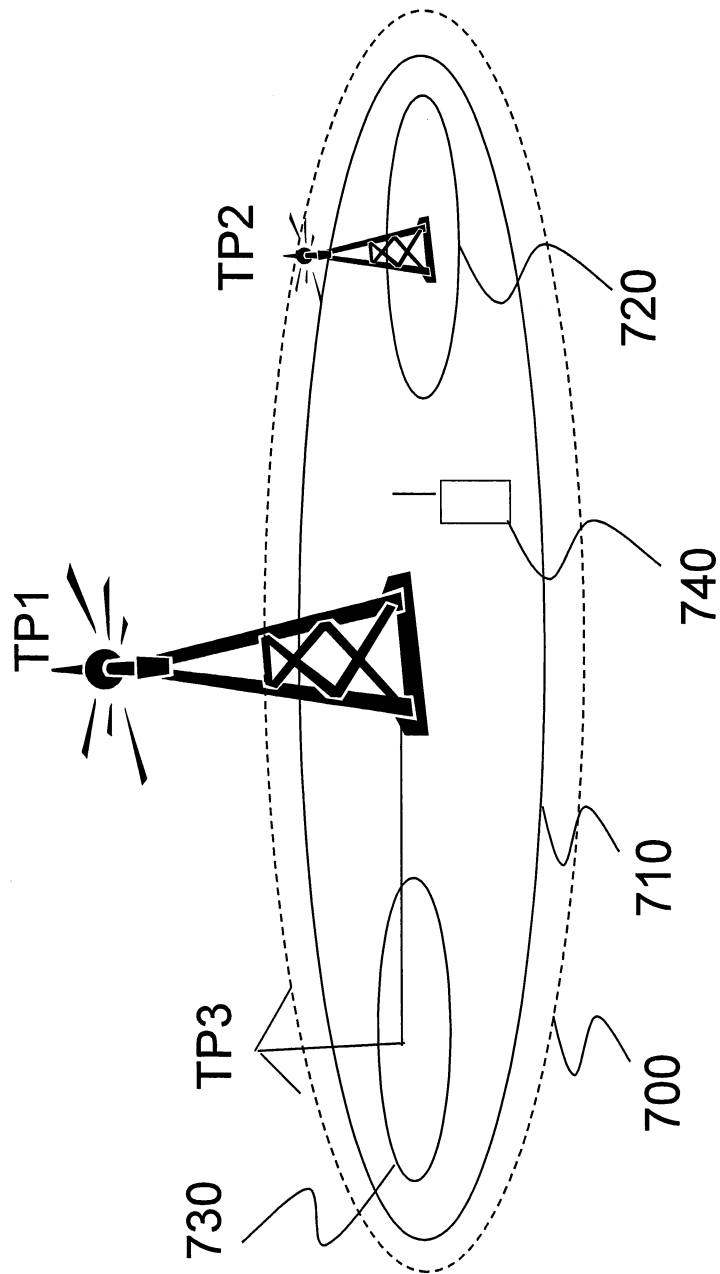


Fig. 7

8/14

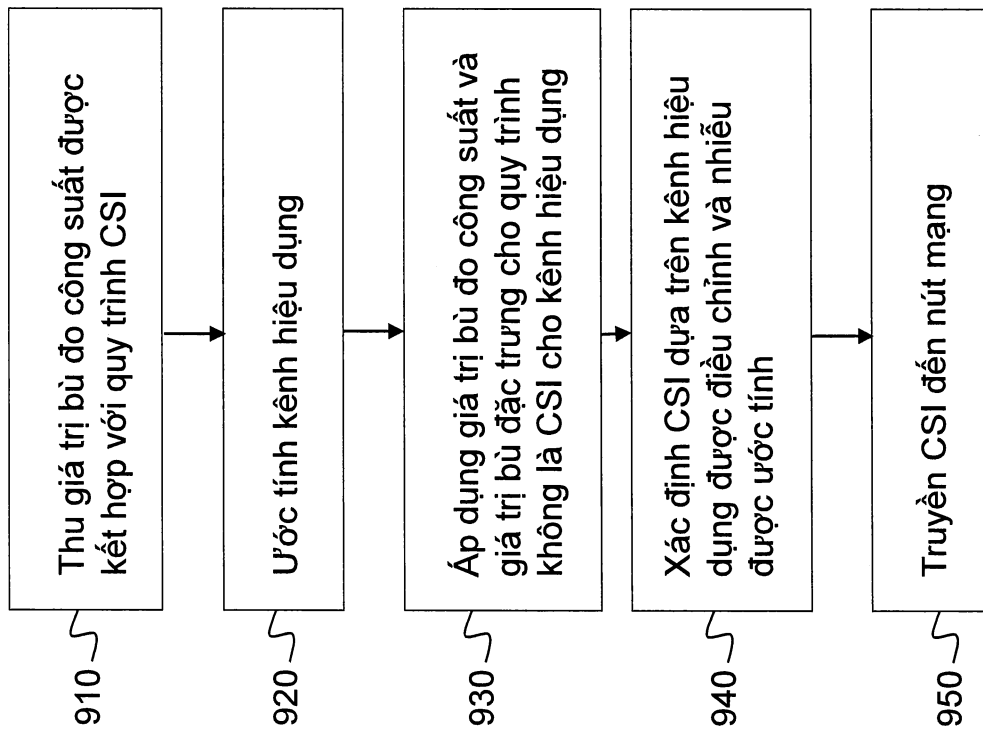


Fig. 9

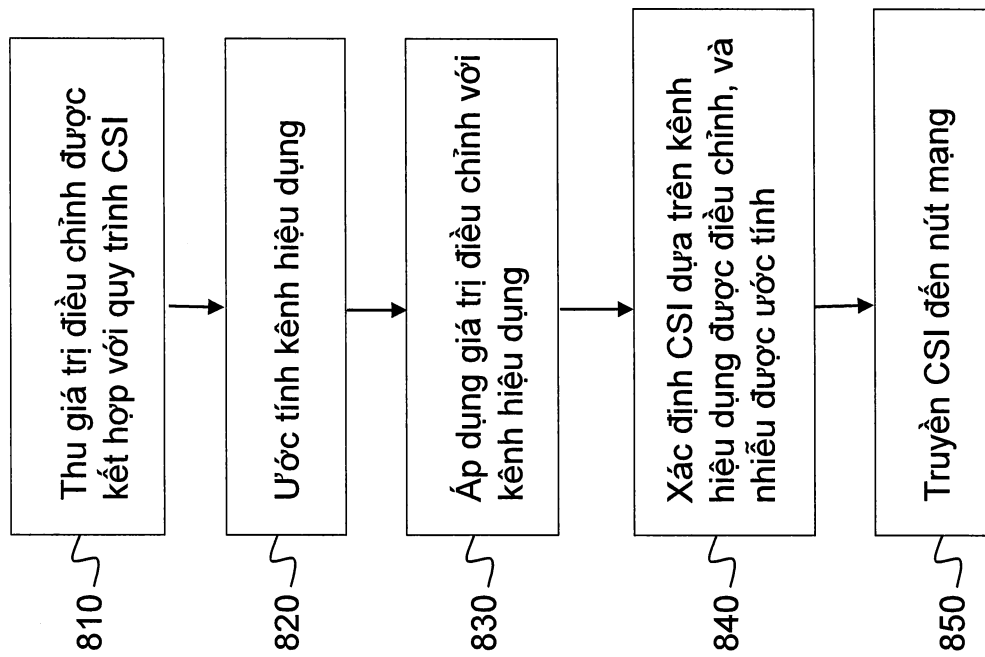


Fig. 8

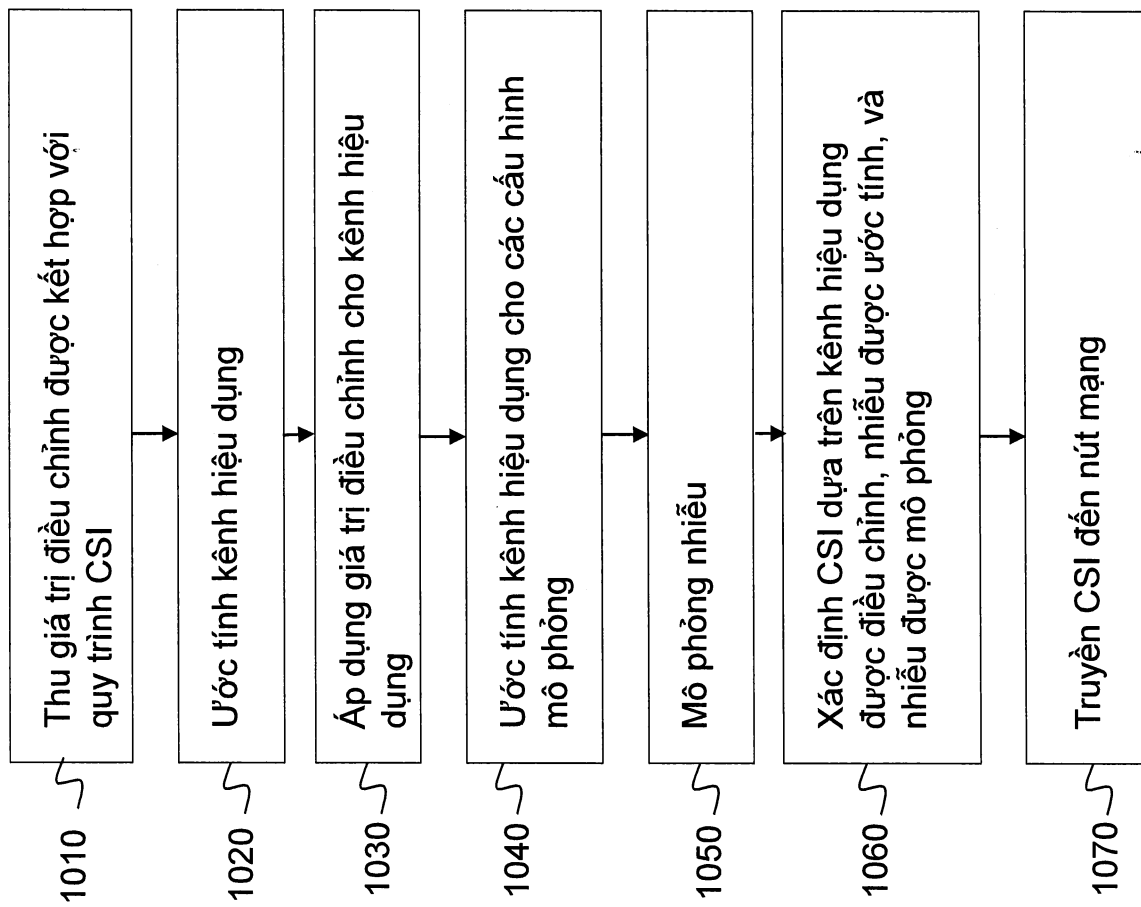


Fig.10

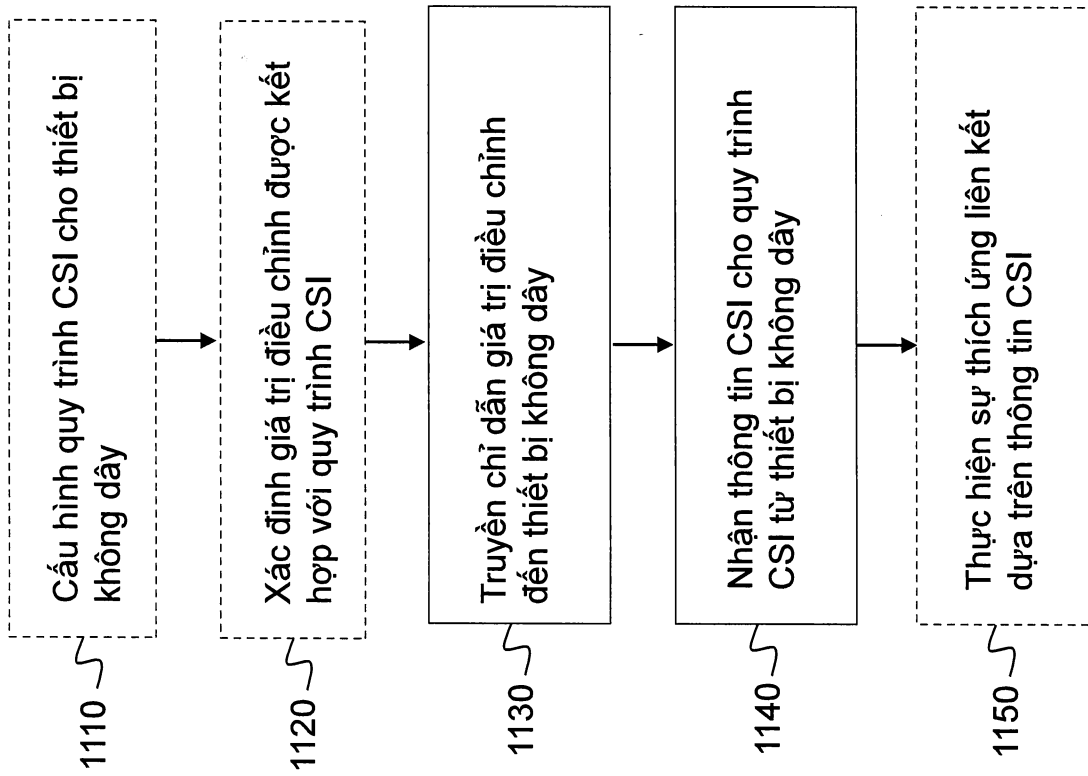


Fig.11

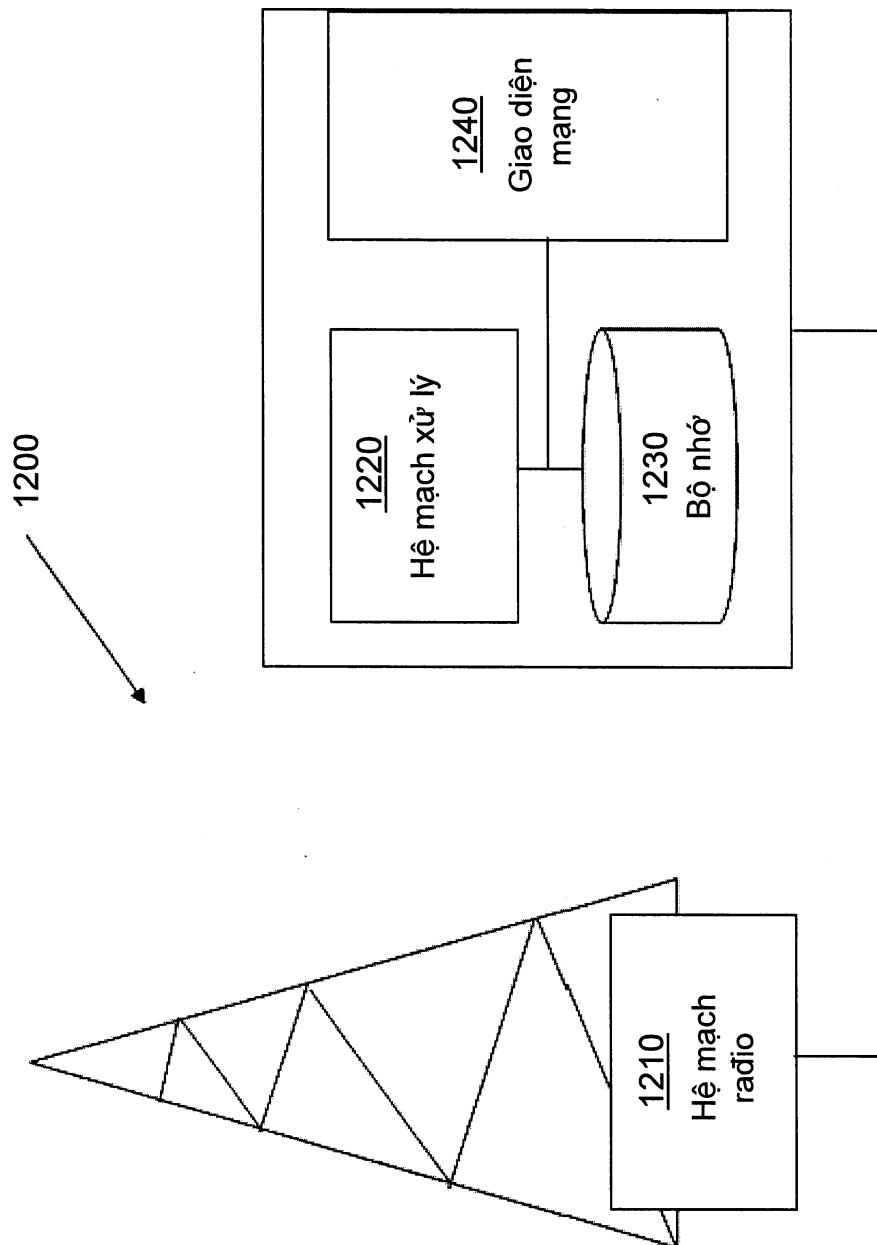


Fig. 12a

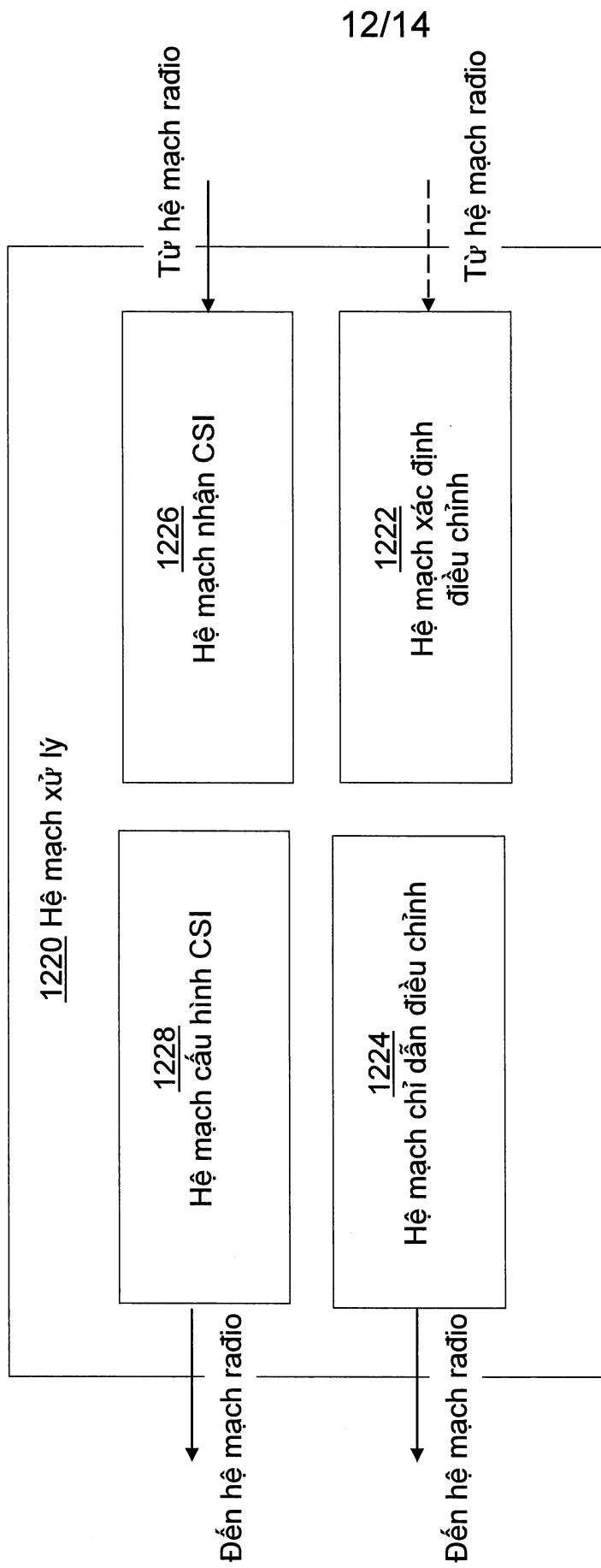


Fig. 12b

13/14

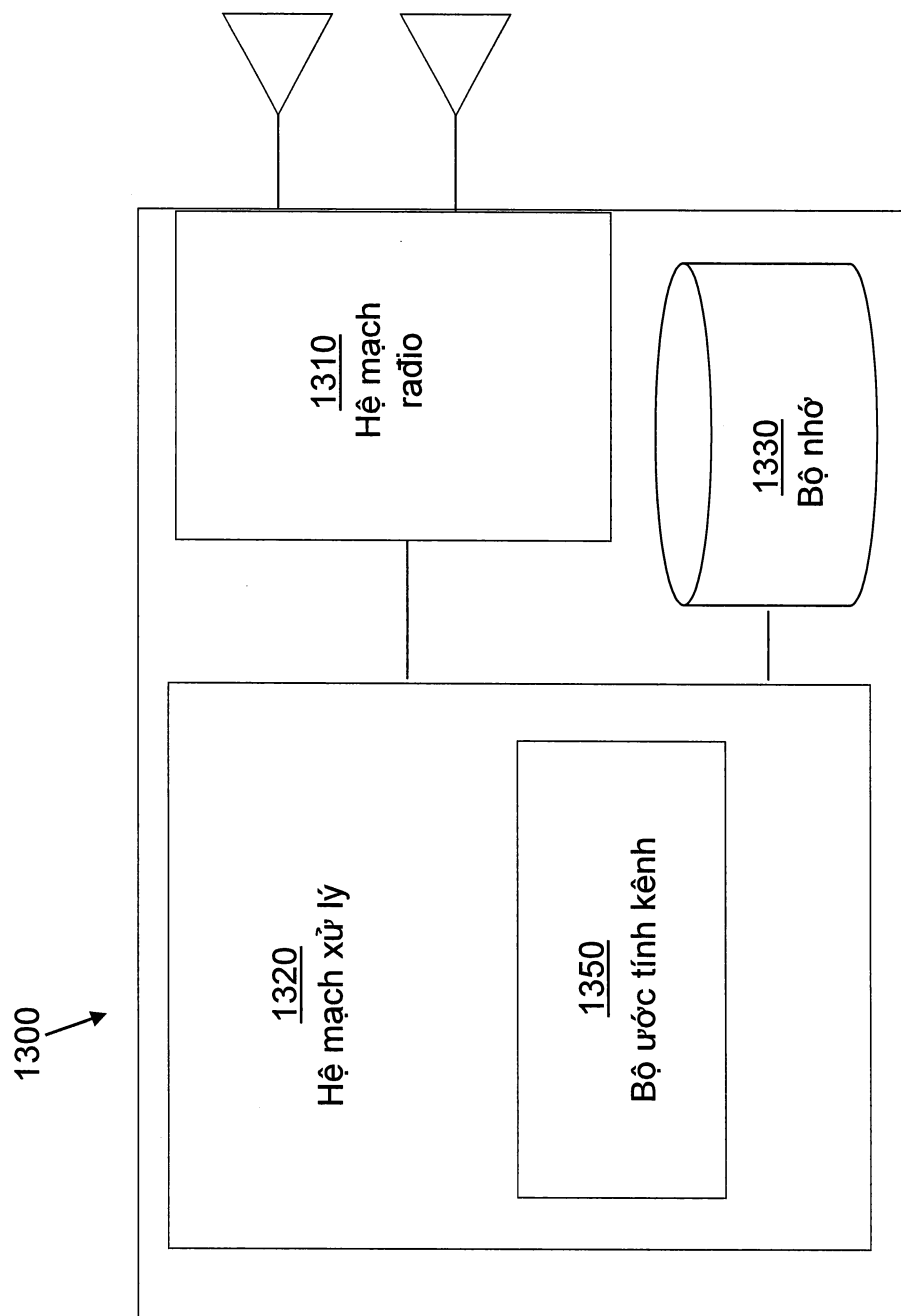


Fig. 13a

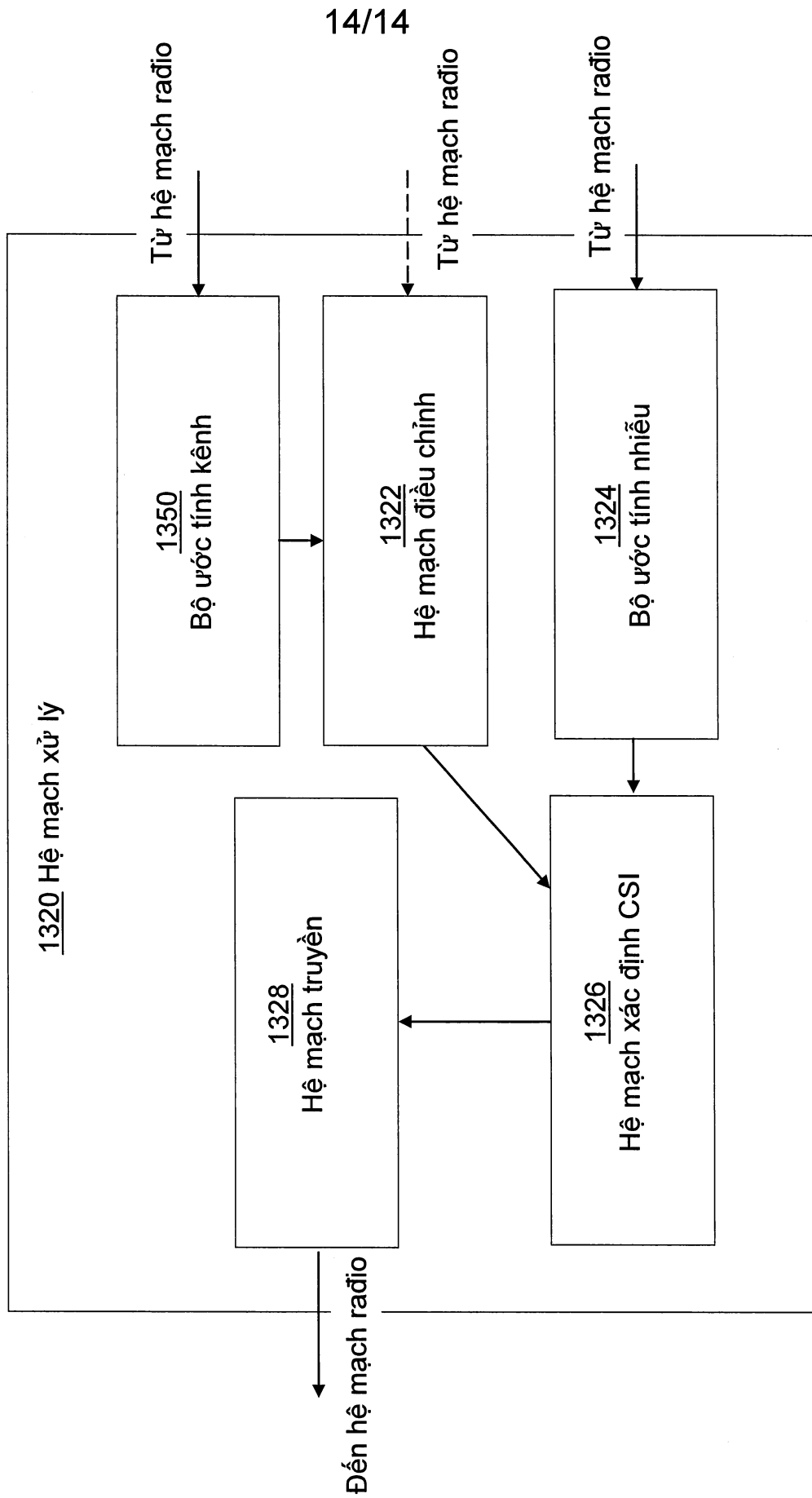


Fig.13b