



(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)



1-0023438

(51)⁷ H04L 1/06

(13) B

(21) 1-2015-02738

(22) 08/03/2013

(86) PCT/CN2013/072369 08/03/2013

(87) WO2014/101350A1 03/07/2014

(30) PCT/CN2012/088147 31/12/2012 CN

(45) 27/04/2020 385

(43) 26/10/2015 331A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

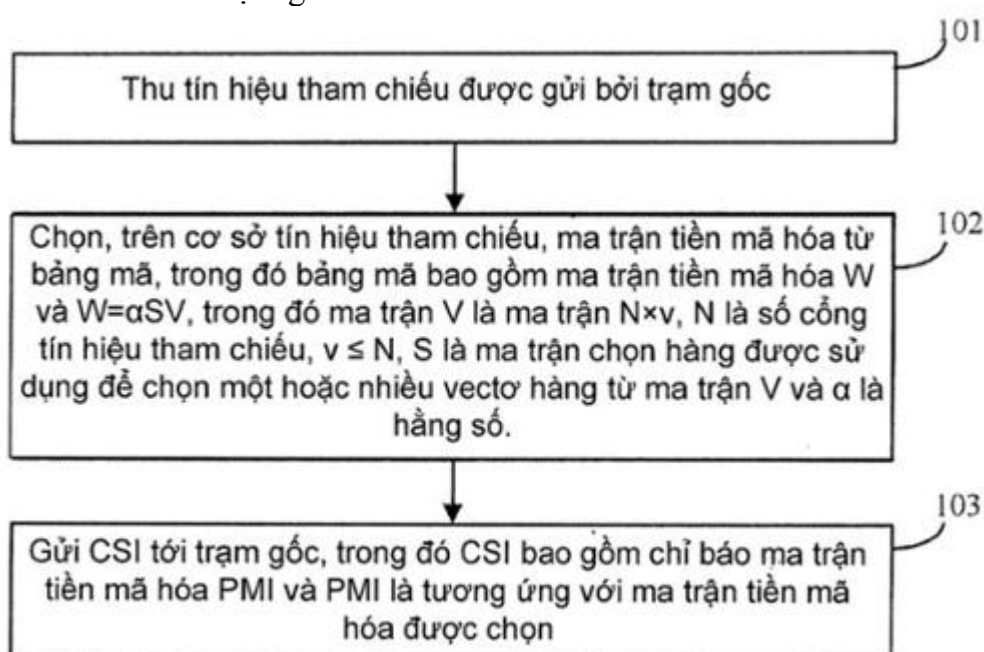
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong
518129, China

(72) Zhang, Leiming (CN); Zhou, Yongxing (CN); Liu, Jianghua (CN); Wu, Qiang (CN);
Wang, Jianguo (CN)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI), phương pháp này bao gồm các bước: thu (101) tín hiệu tham chiếu từ trạm gốc; chọn (102) ma trận tiền mã hóa từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số; và gửi (103) CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn. Theo các phương án của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa thích hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông vô tuyến và cụ thể là, sáng chế đề cập đến phương pháp báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI), thiết bị người dùng và trạm gốc.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhờ việc truyền tiền mã hóa và sự kết hợp của các tín hiệu thu, hệ thống đa đầu vào đa đầu ra (Multiple Input Multiple Output, MIMO) có thể đạt được tính phân tập và khuếch đại mảng. Hệ thống sử dụng sự tiền mã hóa có thể được biểu thị là:

$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \hat{\mathbf{V}} \mathbf{s} + \mathbf{n}$$

khi $\mathbf{y}$ là vector tín hiệu thu, $\mathbf{H}$ là ma trận kênh, $\hat{\mathbf{V}}$ là ma trận tiền mã hóa, $\mathbf{s}$ là vector ký hiệu được truyền và $\mathbf{n}$ là tạp âm đo.

Tiền mã hóa tối ưu thường yêu cầu rằng thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI) phải hoàn toàn được biết tới bộ truyền. Phương pháp chung là thiết bị người dùng (User Equipment, UE), trạm di động (Mobile Station, MS), hoặc bộ chuyển tiếp (Relay), mà sau đây được gọi là UE, lượng tử hóa và thông báo CSI tức thời tới NodeB (NodeB), chẳng hạn như trạm gốc (Base Station, BS), điểm truy cập (Access Point), điểm truyền (Transmission Point, TP), NodeB cải tiến (Evolved NodeB, eNB) hoặc bộ chuyển tiếp (Relay), sau đây gọi là trạm gốc. Trong giải pháp đã biết, thông tin CSI được thông báo trong hệ thống phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE) bao gồm chỉ báo hạng (Rank Indicator, RI), chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, PMI), chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator CQI) và v.v., trong đó RI chỉ báo số lượng lớp truyền được sử dụng và PMI chỉ báo ma trận tiền mã hóa khi sử dụng. Thông thường, tập hợp ma trận tiền mã hóa khi sử dụng được gọi là bảng mã, trong đó mỗi ma trận tiền mã hóa là từ mã trong bảng mã. Trong bảng mã nêu trên được sử dụng bởi hệ thống LTE, ma trận tiền mã hóa là $\mathbf{W} = \mathbf{V}^{-\frac{1}{2}} \mathbf{V}$, trong đó

$v=RI$ và V có tính chất môđun hằng số có nghĩa là tất cả các phần tử có cùng biên độ. Tính chất nêu trên cho phép mỗi cổng anten của trạm gốc truyền dữ liệu sau khi tiền mã hóa và công suất truyền của anten là hằng số.

Sự triển khai các nút công suất thấp (như các trạm gốc nhỏ hoặc các nút chuyển tiếp) trong mạng tế bào macro đạt được một cách hữu hiệu để gia tăng sự phủ sóng rộng và tăng công suất nhờ việc sử dụng lại không gian. Hiện nay, loại triển khai loại mạng dị thể đã được bàn luận rộng rãi trong suốt quá trình chuẩn hóa LTE. So sánh với sự triển khai mạng tế bào macro truyền thống, trong khi triển khai mạng dị thể nêu trên, trạm gốc macro có thể gây nhiễu mạnh với nút công suất thấp hoặc UE được phục vụ bởi trạm gốc nhỏ. Để giảm hoặc tránh được loại nhiễu này, trong giải pháp đã biết, khung con hầu như trống (Almost Blanking Subframe, ABS) được sử dụng để làm giảm công suất truyền của anten của trạm gốc macro, để giảm nhiễu lên các nút công suất thấp hoặc các UE ở vùng phủ sóng của trạm gốc nhỏ. Nút công suất thấp hoặc trạm gốc nhỏ có thể cho phép các UE trên các biên ô ưu tiên sử dụng khung con ABS, để ngăn không cho các UE bị nhiễu bởi trạm gốc macro.

Tuy thế, trong giải pháp phối hợp nhiễu nêu trên, sự phối hợp giữa các trạm gốc và các nút công suất thấp hoặc các trạm gốc nhỏ cần được thực hiện theo các điều kiện nhiễu và ngoài ra, các trạm gốc được yêu cầu để tạo cấu hình bán liên tục khung con ABS bằng cách sử dụng báo hiệu lớp cao. Điều này làm lãng phí các tài nguyên thời gian - tần số của các trạm gốc và còn giới hạn sự linh hoạt việc lập lịch.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp báo cáo thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, CSI), thiết bị người dùng và trạm gốc để làm giảm lượng tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

thu, bởi thiết bị đầu cuối từ trạm gốc, thông tin cấu hình xử lý thông tin

trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, và mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

chọn, bởi thiết bị đầu cuối đối với mỗi xử lý CSI trong số ít nhất một xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng dựa trên tài nguyên tín hiệu tham chiếu và các tài nguyên đo nhiễu được liên kết với mỗi xử lý CSI, trong đó ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất hai xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W, và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V, và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P, ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W, và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai; và

gửi, bởi thiết bị đầu cuối tới trạm gốc, chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

gửi, bởi trạm gốc tới thiết bị đầu cuối, thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, và một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu được sử dụng để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng đối với xử lý CSI được liên kết với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng cổng tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng cổng tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W, và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V, và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong tập hợp con bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P, ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W, và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai; và

thu, bởi trạm gốc từ thiết bị đầu cuối, chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), trong đó PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned}
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
 \end{aligned}$$

Theo khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông, thiết bị này bao gồm:

phương tiện lưu trữ bao gồm các lệnh thực hiện được; và

bộ xử lý;

trong đó các lệnh thực hiện được, trong đó được thực hiện bởi bộ xử lý, khiến thiết bị:

thu thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, và mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

chọn, đối với mỗi xử lý CSI trong số ít nhất một xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng dựa trên tài nguyên tín hiệu tham chiếu và các tài nguyên đo nhiễu được liên kết với mỗi xử lý CSI, trong đó ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng cổng tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng cổng tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W , và $W = \alpha SV$, ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V , và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong tập hợp con bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P , ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W , và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai;

gửi chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Theo khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông, thiết bị này bao gồm:

phương tiện lưu trữ bao gồm các lệnh thực hiện được; và

bộ xử lý;

trong đó các lệnh thực hiện được, trong đó được thực hiện bởi bộ xử lý, khiến thiết bị:

gửi thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, mỗi trong số hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, và một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu được sử dụng để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng đối với xử lý CSI được liên kết với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công

tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W , và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V , và α là hằng số, và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai khác với ma trận tiền mã hóa W , và bảng mã thứ nhất khác với ma trận tiền mã hóa W ;

thu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), trong đó PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ nhất, phương pháp báo cáo CSI mà bao gồm các bước:

thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc;

trên cơ sở tín hiệu tham chiếu, chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số;

gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ nhất, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, v không bằng u .

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và

ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix};$$

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ e^{j\theta} \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -e^{j\theta} \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó } \theta \in [0, 2\pi];$$

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và

ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 0 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \theta \in [0, 2\pi];$$

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ j & -j \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ j & -j \end{bmatrix},$$

$$\frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix};$$

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \theta \in [0, 2\pi];$$

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}.$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và

ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{bmatrix},
\end{aligned}$$

khi $\theta \in [0, 2\pi]$;

hoặc ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \\
& \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa W ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ j & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & j & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ j & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực

hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ nhất, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ hai, phương pháp báo cáo CSI mà bao gồm các bước:

gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE;

thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu, bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ hai, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ hai và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai, v không bằng u .

Dựa vào khía cạnh thứ hai và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Dựa vào khía cạnh thứ hai và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là

ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ ba, phương pháp báo cáo CSI mà bao gồm các bước:

thu thông tin cấu hình của xử lý CSI được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã trên cơ sở tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số;

gửi CSI tương ứng với mỗi xử lý CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ hai, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ ba và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ ba, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Dựa vào khía cạnh thứ ba và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ ba, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ tư, phương pháp báo cáo CSI mà bao gồm các bước:

gửi thông tin cấu hình của xử lý CSI tới thiết bị người dùng UE, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

thu CSI mà được gửi bởi UE và tương ứng với mỗi xử lý CSI, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, bảng mã bao gồm

ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Dựa vào khía cạnh thứ tư và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ tư, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ tư và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ tư, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Dựa vào khía cạnh thứ tư và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ tư, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}.$$

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ năm, thiết bị người dùng mà bao gồm:

bộ thu, được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc;

bộ lưu trữ, được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã;

bộ chọn, được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số;

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Dựa vào khía cạnh thứ năm, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ năm, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ năm và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ năm, v không bằng u .

Dựa vào khía cạnh thứ năm và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ năm, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Dựa vào khía cạnh thứ năm và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ năm, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ sáu, trạm gốc mà bao gồm:

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE;

bộ thu, được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$ dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ sáu, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ sáu, v không bằng u .

Dựa vào khía cạnh thứ sáu và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ sáu, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ sáu, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Dựa vào khía cạnh thứ sáu và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ sáu, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ bảy, thiết bị người dùng bao gồm:

bộ thu, được tạo cấu hình để thu thông tin cấu hình của xử lý CSI được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

bộ lưu trữ, được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã;

bộ chọn, được tạo cấu hình để chọn, trên cơ sở tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số;

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi CSI tương ứng với mỗi xử lý CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Dựa vào khía cạnh thứ bảy, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ bảy, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ bảy và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ bảy, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất được lưu trữ trong bộ lưu trữ, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai được lưu trữ trong bộ lưu trữ, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Dựa vào khía cạnh thứ bảy và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ bảy, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất được lưu trữ trong bộ lưu trữ ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai được lưu trữ trong bộ lưu trữ ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \text{ và } \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ tám, trạm gốc mà bao gồm:

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi thông tin cấu hình của xử lý CSI tới thiết bị người dùng UE, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

bộ thu, được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE và tương ứng với mỗi xử lý CSI, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma

trận V là ma trận $N \times v$, N là số công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Dựa vào khía cạnh thứ tám, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ tám, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Dựa vào khía cạnh thứ tám và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ tám, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Dựa vào khía cạnh thứ tám và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ tám, số công tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Số công tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}.$$

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ chín, phương pháp báo cáo CSI mà bao gồm các bước:

thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc;

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu;

gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn W.

Dựa vào khía cạnh thứ chín, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ chín, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 1 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã bao gồm bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 1 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_1W_2$, trong đó:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_2 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm bao gồm ít

nhất một trong số $\alpha_1 \begin{bmatrix} v_m \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_1 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $m = 0, 1, \dots, N-1$, N

là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_1 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực

hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_3W_4$, trong đó:

W_3 là ma trận trong tập hợp thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$ và

$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}$; W_4 là ma trận trong tập hợp thứ ba, trong đó tập hợp thứ ba bao

gồm ít nhất một trong số $\alpha_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, trong đó α_2 là hệ số

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_5W_6$, trong đó:

$W_5 = [\mathbf{b}_{p \bmod N} \quad \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} \quad \cdots \quad \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N}]$, trong đó p là số nguyên không âm, n

và N là các số nguyên dương và $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ hoặc $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$;

khi $n=2$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ tư, trong đó tập hợp thứ tư bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, và

khi $n=4$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ năm, tập hợp thứ năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, trong đó α_3 là hệ số

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_7W_8$, trong đó:

$$W_7 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times n} \\ \mathbf{0}_{2 \times n} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, p \text{ là số}$$

nguyên không âm, n và N là các số nguyên dương, $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$ và $\mathbf{0}_{2 \times n}$ là ma trận không gồm hai hàng và n cột;

$$W_8 = \alpha_4 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận}$$

không và α_4 là hệ số tỷ lệ,

khi $n=2$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ sáu, trong đó tập hợp thứ sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \text{ và}$$

khi $n=4$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ bảy, trong đó tập hợp thứ bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}.$$

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_9W_{10}$, trong đó:

$$W_9 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai}$$

hàng và hai cột;

$W_{10} = \alpha_5 \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix}$, trong đó Y_1 và Y_2 là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận

không và (Y_1, Y_2) là nhóm ma trận trong tập hợp thứ tám, trong đó tập hợp thứ tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \varphi_n \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \varphi_n \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix},$
 $\beta_1 \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{bmatrix} \end{pmatrix}$ và $\beta_1 \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{bmatrix} \end{pmatrix}$, trong đó $\varphi_n = e^{j2\pi \frac{n}{M}}$, M là số nguyên dương, n là số nguyên không âm nhỏ hơn M và α_5 và β_1 là các hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 2 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã bao gồm bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 2 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{11}W_{12}$, trong đó:

$$W_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{12} là ma trận trong tập hợp thứ chín, trong đó tập hợp thứ chín bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó

$$v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_6 \text{ là hệ số tỷ lệ,}$$

$$\text{và khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, N-1, \text{ và}$$

$$\text{khí } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix} \text{ hoặc } W_2 = \alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1 \quad \text{và} \quad \mathbf{0}_{2 \times 1}$$

là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{13}W_{14}$, trong đó:

$$W_{13} \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười, trong đó tập hợp thứ mười bao gồm ít nhất một trong số } \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$$

$$\text{và } \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \quad \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

$$W_{14} \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười một, trong đó tập hợp thứ mười một bao gồm ít nhất một trong số } \alpha_7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_7 \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_7 \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{15}W_{16}$, trong đó:

$$W_{15} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta}, \quad \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

mười hai, trong đó tập hợp thứ mười hai bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong

$$\text{số các nhóm ma trận sau đây: } \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười ba, trong đó tập hợp thứ mười ba bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười bốn, trong đó tập hợp thứ mười bốn bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$, α_8 là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{17}W_{18}$, trong đó

$$W_{17} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

lăm, trong đó tập hợp thứ mười lăm bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

và $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc, } W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười sáu, trong đó tập hợp thứ mười sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$,

hoặc, $W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười bảy, trong đó tập hợp thứ mười bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, α_9 là hệ số tỷ lệ và

$\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{19}W_{20}$, trong đó

$$W_{19} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

tám, trong đó tập hợp thứ mười tám bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười chín, trong đó tập hợp thứ mười chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi, trong đó tập hợp thứ hai mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$,

hoặc W_{20} bằng $\beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_1 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$ hoặc $\beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_1 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_2 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\varphi_m = e^{j\theta}$,

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi một, trong đó tập hợp thứ hai mươi một bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, α_{10} và β_2 là các hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 3 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã bao gồm bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 3 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{21}W_{22}$, trong đó:

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{22} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi hai, trong đó tập hợp thứ hai

mười hai bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$,

$\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$ và $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$,

$v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}$, $m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một

cột và α_{11} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{23}W_{24}$, trong đó:

$$W_{23} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \quad \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{24} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi ba, trong đó tập hợp thứ hai

$$\text{mười ba bao gồm ít nhất một trong số } \alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \quad \alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$\text{và } \alpha_{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{12} \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{25}W_{26}$, trong đó:

$$W_{25} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi tư, trong đó tập hợp thứ hai mươi tư bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \quad \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \quad \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \quad \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \quad \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \quad \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) \quad \text{và} \quad \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

hoặc $W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ hai mươi tám, trong đó tập hợp thứ hai mươi tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \\ \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \text{ và, } \alpha_{13} \text{ là hệ}$$

số tỷ lệ, $\mathbf{0}_{4 \times 2}$ là ma trận không gồm bốn hàng và hai cột và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{27}W_{28}$, trong đó:

$$W_{27} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi lăm, trong đó tập hợp thứ hai mươi lăm bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi chín, trong đó tập hợp thứ hai mươi chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{14}

là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{29}W_{30}$, trong đó:

$$W_{29}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n=e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{30}=\alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi sáu, trong đó tập hợp thứ hai mươi sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{30}=\alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ ba mươi, trong đó tập hợp thứ ba mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{15} là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 4 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã bao gồm bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 4 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{31}W_{32}$, trong đó:

$$W_{31}=\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$W_{32}=\alpha_{16} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } v_m=\begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{m}{N}} \end{bmatrix}, v_{m+\frac{N}{2}}=\begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix},$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_{16} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{33}W_{34}$, trong đó:

$$W_{33} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \quad \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

$$W_{34} = \alpha_{17} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{17} \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{35}W_{36}$, trong đó:

$$W_{35} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{36} = \alpha_{18} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi bảy, trong đó tập hợp thứ hai mươi bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma

$$\text{trận trong số các nhóm ma trận sau đây: } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \quad \alpha_{18} \text{ là hệ số tỷ lệ và } \mathbf{0}_{4 \times 2} \text{ là ma trận không}$$

gồm bốn hàng và hai cột.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{37}W_{38}$, trong đó:

$$W_{37}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n=e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{38}=\alpha_{19} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{19} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{39}W_{40}$, trong đó:

$$W_{39}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_n=e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{40}=\alpha_{20} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{20} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, ma trận tiền mã hóa $W=W_k W_t$, trong đó k là số lẻ, t là số chẵn, và

W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng rộng và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng hẹp,

hoặc W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh dài hạn và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh ngắn hạn.

Dựa vào khía cạnh thứ chín và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ chín, trong đó, sau khi chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã, phương pháp còn bao gồm bước thực hiện sự thay thế hàng và thay thế cột trên ma trận tiền mã hóa W theo mã anten dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ mười, phương pháp báo cáo CSI mà

bao gồm các bước:

gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE;

thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI;

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI, trong đó ma trận tiền mã hóa W tương ứng với PMI;

gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W.

Dựa vào khía cạnh thứ mười, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ mười, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 1 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI bao gồm các bước:

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 1 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_1W_2$, trong đó:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_2 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_1 \begin{bmatrix} v_m \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_1 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $m=0,1,\dots,N-1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_1 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_3W_4$, trong đó:

W_3 là ma trận trong tập hợp thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$ và

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

W_4 là ma trận trong tập hợp thứ ba, trong đó tập hợp thứ ba bao gồm ít nhất

$$\text{một trong số } \alpha_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_2 \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_5W_6$, trong đó:

$$W_5 = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } p \text{ là số nguyên không âm, } n$$

$$\text{và } N \text{ là các số nguyên dương và } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix};$$

khi $n=2$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ tư, trong đó tập hợp thứ tư bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, và

khi $n=4$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm

$$\text{bao gồm ít nhất một trong số } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó}$$

α là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_7W_8$, trong đó:

$$W_7 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times n} \\ \mathbf{0}_{2 \times n} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, p \text{ là số}$$

nguyên không âm, n và N là các số nguyên dương, $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$ và $\mathbf{0}_{2 \times n}$ là ma trận không gồm hai hàng và n cột;

$$\mathbf{W}_8 = \alpha_4 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận}$$

không và α_4 là hệ số tỷ lệ,

khi $n=2$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ sáu, trong đó tập hợp thứ sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \text{ và}$$

khi $n=4$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ bảy, trong đó tập hợp thứ bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}.$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W} = \mathbf{W}_9 \mathbf{W}_{10}$, trong đó:

$$\mathbf{W}_9 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai}$$

hàng và hai cột;

$$\mathbf{W}_{10} = \alpha_5 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận}$$

không và $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ tám, trong đó tập hợp thứ tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix},$
 $\beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$ và $\beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$, trong đó $\varphi_n = e^{j2\pi \frac{n}{M}}$, M là số nguyên dương, n là số nguyên không âm nhỏ hơn M và α_s và β_1 là các hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 2 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI bao gồm các bước:

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 2 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{11}W_{12}$, trong đó:

$$W_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{12} là ma trận trong tập hợp thứ chín, trong đó tập hợp thứ chín bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó

$$v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \alpha_6 \text{ là hệ số tỷ lệ,}$$

$$\text{Và khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, N-1, \text{ và}$$

$$\text{khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix} \text{ hoặc } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2}-1 \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 1}$$

là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{13}W_{14}$, trong đó:

W_{13} là ma trận trong tập hợp thứ mười, trong đó tập hợp thứ mười bao gồm

ít nhất một trong số $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$

và $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_m = e^{j\theta_1}$, $\varphi_n = e^{j\theta_2}$ và

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{14} là ma trận trong tập hợp thứ mười một, trong đó tập hợp thứ mười một

bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_7 \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ và α_7 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{15}W_{16}$, trong đó:

$$W_{15} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

mười hai, trong đó tập hợp thứ mười hai bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong

số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười ba, trong đó tập hợp thứ mười ba bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười bốn, trong đó tập hợp thứ mười bốn bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$, α_8 là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{17}W_{18}$, trong đó:

$$W_{17} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

lăm, trong đó tập hợp thứ mười lăm bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

và $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix},$

$$\text{hoặc } W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười sáu, trong đó tập hợp thứ mười sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

$$\text{trong số các nhóm ma trận sau đây: } \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{pmatrix},$$

$$\text{hoặc } W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười bảy, trong đó tập hợp thứ mười bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$, α là hệ số tỷ lệ và

$\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{19}W_{20}$, trong đó:

$$W_{19} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

tám, trong đó tập hợp thứ mười tám bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười chín, trong đó tập hợp thứ mười chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha \begin{bmatrix} \mathbf{0} & \mathbf{0} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi, trong đó tập hợp thứ hai mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong

số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} \text{ bằng } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_1 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_1 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_2 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_m = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi một, trong đó tập

hợp thứ hai mươi một bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, α_{10} và β_2 là

các hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 3 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI bao gồm các bước:

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 3 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{21}W_{22}$, trong đó:

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{22} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi hai, trong đó tập hợp thứ hai mươi hai bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$,

$$\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \alpha_{11} \begin{bmatrix} v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix},$$

$$v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0}_{2 \times 1} \quad \text{là ma trận không gồm hai hàng và một cột,}$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$ và α_{11} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{23}W_{24}$, trong đó:

$$W_{23} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{24} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi ba, trong đó tập hợp thứ hai

mười ba bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

và $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, trong đó α_{12} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{25}W_{26}$, trong đó:

$$W_{25} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi tư, trong đó tập hợp thứ hai mươi tư bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\text{hoặc } W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi tám, trong đó tập hợp thứ hai mươi tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \text{ và, } \alpha_{13} \text{ là hệ}$$

số tỷ lệ, $\mathbf{0}_{4 \times 2}$ là ma trận không gồm bốn hàng và hai cột và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{27}W_{28}$, trong đó:

$$W_{27} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi lăm, trong đó tập hợp thứ hai mươi lăm bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi chín, trong đó tập hợp thứ hai mươi chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{14} là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{29}W_{30}$, trong đó:

$$W_{29} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi sáu, trong đó tập hợp thứ hai mươi sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ ba mươi, trong đó tập hợp thứ ba mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{15} là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 4 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI bao gồm bước:

chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 4 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{31} W_{32}$, trong đó:

$$W_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$W_{32} = \alpha_{16} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix},$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_{16} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{33}W_{34}$, trong đó:

$$W_{33}=A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

$$W_{34}=\alpha_{17} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{17} \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{35}W_{36}$, trong đó:

$$W_{35}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{36}=\alpha_{18} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi bảy, trong đó tập hợp thứ hai mươi bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma

trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \right),$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \quad \alpha_{18} \text{ là hệ số tỷ lệ và } \mathbf{0}_{4 \times 2} \text{ là ma trận không}$$

gồm bốn hàng và hai cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận

tiền mã hóa $W=W_{37}W_{38}$, trong đó:

$$W_{37}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{38}=\alpha_{19} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{19} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{39}W_{40}$, trong đó:

$$W_{39}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{40}=\alpha \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha \text{ là hệ số tỷ}$$

lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, ma trận tiền mã hóa $W=W_k W_t$, trong đó k là số lẻ, t là số chẵn, và

W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng rộng và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng hẹp,

hoặc W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh dài hạn và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh ngắn hạn.

Dựa vào khía cạnh thứ mười và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười, trong đó, bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI, phương pháp còn bao gồm các bước:

thực hiện sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W theo mã anten.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ mười một, thiết bị người dùng mà bao gồm:

bộ thu, được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc;

bộ chọn, được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ dựa vào tín hiệu tham chiếu;

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn W .

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ mười một, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 1 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 1 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_1 W_2$, trong đó:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_2 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_1 \begin{bmatrix} v_m \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_1 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột, $m=0,1,\dots,N-1$, N là số nguyên dương và α_1 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_3 W_4$, trong đó:

W_3 là ma trận trong tập hợp thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$ và

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

W_4 là ma trận trong tập hợp thứ ba, trong đó tập hợp thứ ba bao gồm ít nhất

$$\text{một trong số } \alpha_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_2 \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_5W_6$, trong đó:

$$W_5 = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } p \text{ là số nguyên không âm, } n$$

$$\text{và } N \text{ là các số nguyên dương và } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix};$$

khi $n=2$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ tư, trong đó tập hợp thứ tư bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, và

khi $n=4$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm

$$\text{bao gồm ít nhất một trong số } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó}$$

α_3 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_7W_8$, trong đó:

$$W_7 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times n} \\ \mathbf{0}_{2 \times n} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, p \text{ là số}$$

nguyên không âm, n và N là các số nguyên dương, $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$ và $\mathbf{0}_{2 \times n}$ là ma trận không gồm hai hàng và n cột;

$\mathbf{W}_8 = \alpha_4 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận không và α_4 là hệ số tỷ lệ,

khi $n=2$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ sáu, trong đó tập hợp thứ sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

khi $n=4$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ bảy, trong đó tập hợp thứ bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right).$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W} = \mathbf{W}_9 \mathbf{W}_{10}$, trong đó:

$$\mathbf{W}_9 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai}$$

hàng và hai cột;

$$\mathbf{W}_{10} = \alpha_5 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận}$$

không và $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ tám, trong đó tập hợp thứ tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix},$
 $\beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$ và $\beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$, trong đó $\varphi_n = e^{j2\pi \frac{n}{M}}$, M là số nguyên dương, n là số nguyên không âm nhỏ hơn M và α_5 và β_1 là các hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ mười một, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 2 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 2 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{11}W_{12}$, trong đó:

$$W_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{12} là ma trận trong tập hợp thứ chín, trong đó tập hợp thứ chín bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó

$$v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix} \text{ và } \alpha \text{ là hệ số tỷ lệ,}$$

$$\text{và khi } W_{12} = \alpha \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, N-1, \text{ và}$$

$$\text{khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix} \text{ hoặc } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0}_{2 \times 1} \text{ là ma trận không}$$

gồm hai hàng và một cột và $m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{13}W_{14}$, trong đó:

W_{13} là ma trận trong tập hợp thứ mười, trong đó tập hợp thứ mười bao gồm

ít nhất một trong số $A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $A \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$

và $A \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}$, trong đó $A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_m = e^{j\theta_1}$, $\varphi_n = e^{j\theta_2}$ và

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{14} là ma trận trong tập hợp thứ mười một, trong đó tập hợp thứ mười một

bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_7 \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ và α là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số công tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{15}W_{16}$, trong đó:

$$W_{15} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, A = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$;

$$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

mười hai, trong đó tập hợp thứ mười hai bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười ba, trong đó tập hợp thứ mười ba bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười bốn, trong đó tập hợp thứ mười bốn bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$, α_8 là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{17}W_{18}$, trong đó:

$$W_{17} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

lăm, trong đó tập hợp thứ mười lăm bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

và $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười sáu, trong đó tập hợp thứ mười sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười bảy, trong đó tập hợp thứ mười bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, α_9 là hệ số tỷ lệ và

$\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{19}W_{20}$, trong đó:

$$W_{19} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

tám, trong đó tập hợp thứ mười tám bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười chín, trong đó tập hợp thứ mười chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi, trong đó tập hợp thứ hai mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} \text{ bằng } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_1 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_1 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_2 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_m = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi một, trong đó tập

hợp thứ hai mươi một bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, α_{10} và β_2 là

các hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ mười một, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 3 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 3 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{21}W_{22}$, trong đó:

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{22} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi hai, trong đó tập hợp thứ hai mươi hai bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$,

$$\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \alpha_{11} \begin{bmatrix} v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix},$$

$$v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1, \quad \mathbf{0}_{2 \times 1} \text{ là ma trận không gồm hai hàng}$$

và một cột và α_{11} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{23}W_{24}$, trong đó:

$$W_{23} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{24} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi ba, trong đó tập hợp thứ hai

mười ba bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

và $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, trong đó α_{12} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{25}W_{26}$, trong đó:

$$W_{25} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi tư, trong đó tập hợp thứ hai mươi tư bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\text{hoặc } W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi tám, trong đó tập hợp thứ hai mươi tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \text{ và, } \alpha_{13} \text{ là hệ}$$

số tỷ lệ, $\mathbf{0}_{4 \times 2}$ là ma trận không gồm bốn hàng và hai cột và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{27}W_{28}$, trong đó:

$$W_{27} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai}$$

mười lăm, trong đó tập hợp thứ hai mươi lăm bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi chín, trong đó tập hợp thứ hai mươi chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{14} là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{29}W_{30}$, trong đó:

$$W_{29} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai}$$

mười sáu, trong đó tập hợp thứ hai mươi sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ ba mươi, trong đó tập hợp thứ ba mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{15} là hệ số

tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ mười một, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 4 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 4 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{31} W_{32}$, trong đó:

$$W_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$W_{32} = \alpha_{16} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix},$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và

một cột và α_{16} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{33}W_{34}$, trong đó:

$$W_{33}=A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

$$W_{34}=\alpha_{17} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{17} \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{35}W_{36}$, trong đó:

$$W_{35}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \quad A=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{36}=\alpha_{18} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi bảy, trong đó tập hợp thứ hai mươi bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma

trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \right),$

$\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \quad \alpha_{18} \text{ là hệ số tỷ lệ và } \mathbf{0}_{4 \times 2} \text{ là ma trận không}$

gồm bốn hàng và hai cột.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu

bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{37}W_{38}$, trong đó:

$$W_{37}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{38}=\alpha_{19} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{19} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, số cổng tín hiệu tham chiếu được thu bởi bộ thu là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{39}W_{40}$, trong đó:

$$W_{39}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{40}=\alpha_{20} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{20} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một, ma trận tiền mã hóa $W=W_k W_t$, trong đó k là số lẻ, t là số chẵn, và

W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng rộng và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng hẹp,

hoặc W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh dài hạn và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh ngắn hạn.

Dựa vào khía cạnh thứ mười một và các cách thực hiện nêu trên, cách thực hiện khác của khía cạnh thứ mười một còn bao gồm:

bộ thay thế, được tạo cấu hình để thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Có thể được đề xuất theo khía cạnh thứ hai mươi, trạm gốc mà bao gồm:

bộ gửi, được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE;

bộ thu, được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE;

bộ chọn, được tạo cấu hình để chọn, theo PMI, ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ, trong đó ma trận tiền mã hóa W tương ứng với PMI; và

bộ gửi còn được tạo cấu hình để gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W .

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi, theo cách thực hiện của khía cạnh thứ hai mươi, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ bao gồm bảng mã hạng 1 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 1 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_1W_2$, trong đó:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_2 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_1 \begin{bmatrix} v_m \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_1 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột, $m=0,1,\dots,N-1$, N là số nguyên dương và α_1 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_3W_4$, trong đó:

W_3 là ma trận trong tập hợp thứ hai, trong đó tập hợp thứ hai bao gồm ít

$$\text{nhất một trong số } \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix} \text{ và}$$

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix};$$

W_4 là ma trận trong tập hợp thứ ba, trong đó tập hợp thứ ba bao gồm ít nhất

$$\text{một trong số } \alpha_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_2 \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_5W_6$, trong đó,

$$W_5 = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } p \text{ là số nguyên không âm, } n$$

$$\text{và } N \text{ là các số nguyên dương và } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix};$$

khi $n=2$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ tư, trong đó tập hợp thứ tư bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, và

khi $n=4$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ năm, trong đó tập hợp thứ năm

$$\text{bao gồm ít nhất một trong số } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó}$$

α_3 là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_7W_8$, trong đó:

$$W_7 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times n} \\ \mathbf{0}_{2 \times n} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}, p \text{ là số}$$

nguyên không âm, n và N là các số nguyên dương, $\mathbf{b}_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$ và $\mathbf{0}_{2 \times n}$ là ma trận không gồm hai hàng và n cột;

$\mathbf{W}_8 = \alpha_4 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận

không và α_4 là hệ số tỷ lệ,

khi $n=2$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ sáu, trong đó tập hợp thứ sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

khi $n=4$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ bảy, trong đó tập hợp thứ bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right).$$

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $\mathbf{W} = \mathbf{W}_9 \mathbf{W}_{10}$, trong đó:

$$\mathbf{W}_9 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai}$$

hàng và hai cột;

$$\mathbf{W}_{10} = \alpha_5 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận}$$

không và $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ tám, trong đó tập hợp thứ tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix},$
 $\beta_1 \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$ và $\beta_1 \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{pmatrix}$, trong đó $\varphi_n = e^{j2\pi \frac{n}{M}}$, M là số nguyên dương, n là số nguyên không âm nhỏ hơn M và α_5 và β_1 là các hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ bao gồm bảng mã hạng 2 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 2 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{11}W_{12}$, trong đó:

$$W_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{12} là ma trận trong tập hợp thứ chín, trong đó tập hợp thứ chín bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ và α là hệ số tỷ lệ,

$$\text{và khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, N-1, \text{ và}$$

$$\text{khi } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix} \text{ hoặc } W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2}-1 \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 1}$$

là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{13}W_{14}$, trong đó:

W_{13} là ma trận trong tập hợp thứ mười, trong đó tập hợp thứ mười bao gồm

ít nhất một trong số $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$

và $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_m = e^{j\theta_1}$, $\varphi_n = e^{j\theta_2}$ và

$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi]$;

W_{14} là ma trận trong tập hợp thứ mười một, trong đó tập hợp thứ mười một

bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_7 \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ và α là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{15}W_{16}$, trong đó:

$W_{15} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_n = e^{j\theta}$, $\theta \in [0, 2\pi]$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ

mười hai, trong đó tập hợp thứ mười hai bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong

số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$, $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười ba, trong đó tập hợp thứ mười ba bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ mười bốn, trong đó tập hợp thứ mười bốn bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, α_8 là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{17}W_{18}$, trong đó:

$$W_{17} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

lăm, trong đó tập hợp thứ mười lăm bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$

và $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

hoặc $W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười sáu, trong đó tập hợp thứ mười sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$,

hoặc $W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười bảy, trong đó tập hợp thứ mười bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, α_9 là hệ số tỷ lệ và

$\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{19}W_{20}$, trong đó:

$$W_{19} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{Y}_1 \text{ và } \mathbf{Y}_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ mười}$$

tám, trong đó tập hợp thứ mười tám bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ mười chín, trong đó tập hợp thứ mười chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi, trong đó tập hợp thứ hai mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$,

$$\text{hoặc } W_{20} \text{ bằng } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_1 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_1 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_2 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \varphi_m = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi một, trong đó tập

hợp thứ hai mươi một bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, α_{10} và β_2 là

các hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ bao gồm bảng mã hạng 3 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 3 theo PMI.

Một cách tùy chọn, trong đó số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{21}W_{22}$, trong đó:

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

W_{22} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi hai, trong đó tập hợp thứ hai mươi hai bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$,

$$\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \alpha_{11} \begin{bmatrix} v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix},$$

$$v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{0} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad m=0,1,\dots,\frac{N}{2}-1, \quad \mathbf{0}_{2 \times 1} \text{ là ma trận không gồm hai hàng}$$

và một cột và α_{11} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{23}W_{24}$, trong đó:

$$W_{23} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \quad \text{và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

W_{24} là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi ba, trong đó tập hợp thứ hai

mười ba bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$

và $\alpha_{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$, trong đó α_{12} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{25}W_{26}$, trong đó:

$$W_{25} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai}$$

mười tư, trong đó tập hợp thứ hai mươi tư bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\text{hoặc } W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi tám, trong đó tập hợp thứ hai mươi tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix},$$

$$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix} \text{ và } \begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}, \text{ và, } \alpha_{13} \text{ là hệ}$$

số tỷ lệ, $\mathbf{0}_{4 \times 2}$ là ma trận không gồm bốn hàng và hai cột và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{27}W_{28}$, trong đó:

$$W_{27} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai}$$

mười lăm, trong đó tập hợp thứ hai mươi lăm bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi chín, trong đó tập hợp thứ hai mươi chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{29}W_{30}$, trong đó:

$$W_{29} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{30} = \alpha \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai}$$

mười sáu, trong đó tập hợp thứ hai mươi sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$,

$$\text{hoặc } W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ ba mươi, trong đó tập hợp thứ ba mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, α_{15} là hệ số

tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ bao gồm bảng mã hạng 4 và bộ chọn được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 4 theo PMI.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W = W_{31} W_{32}$, trong đó:

$$W_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix};$$

$$W_{32} = \alpha_{16} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix},$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và

một cột và α_{16} là hệ số tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{33}W_{34}$, trong đó:

$$W_{33}=A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \text{ và}$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi];$$

$$W_{34}=\alpha_{17} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{17} \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{35}W_{36}$, trong đó:

$$W_{35}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, A=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$$W_{36}=\alpha_{18} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi bảy, trong đó tập hợp thứ hai mươi bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma

trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} \right),$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \alpha_{18} \text{ là hệ số tỷ lệ và } \mathbf{0}_{4 \times 2} \text{ là ma trận không}$$

gồm bốn hàng và hai cột.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số cổng tín hiệu tham chiếu được gửi

bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{37}W_{38}$, trong đó:

$$W_{37}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n=e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$$

và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{38}=\alpha_{19} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{19} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, số công tín hiệu tham chiếu được gửi bởi bộ gửi là 4 và ma trận tiền mã hóa $W=W_{39}W_{40}$, trong đó:

$$W_{39}=\begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X}=\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \mathbf{A}=\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \text{ khi } \varphi_n=e^{j\theta},$$

$\theta \in [0, 2\pi]$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$$W_{40}=\alpha_{20} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{20} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, ma trận tiền mã hóa $W=W_kW_t$, trong đó k là số lẻ, t là số chẵn, và

W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng rộng và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng hẹp,

hoặc W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh dài hạn và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh ngắn hạn.

Dựa vào khía cạnh thứ hai mươi và các cách thực hiện nêu trên, theo cách thực hiện khác của khía cạnh thứ hai mươi, trạm gốc còn bao gồm:

bộ thay thế, được tạo cấu hình để thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Theo các phương án ưu tiên của sáng chế, nhờ việc điều chỉnh cấu trúc của bảng mã, ma trận tiền mã hóa thích hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài

nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiều bởi trạm gốc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật trong các phương án của sáng chế rõ ràng hơn, sau đây là phần mô tả vắn tắt các hình vẽ kèm theo mà cần để mô tả các phương án của sáng chế. Rõ ràng, các hình vẽ kèm theo trong phần mô tả sau đây chỉ thể hiện một số phương án của sáng chế và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật vẫn có thể tạo ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ kèm theo mà không cần các nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế;

Fig.2 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế;

Fig.3 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế;

Fig.4 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế;

Fig.12 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế;

Fig.13 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế;

Fig.14 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế;

Fig.15 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án của sáng chế;

Fig.16 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế;

Fig.17 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế; và

Fig.18 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây mô tả rõ ràng và đầy đủ các giải pháp kỹ thuật theo các phương án của sáng chế dựa vào các hình vẽ kèm theo theo các phương án của sáng chế. Hiển nhiên là, các phương án mô tả là một phần không phải là tất cả các phương án của sáng chế. Tất cả các phương án khác thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật trên cơ sở các phương án của sáng chế mà không cần các nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Cần lưu ý rằng, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông khác nhau, chẳng hạn như: hệ thống thông tin di động toàn cầu (GSM, Global System of Mobile Communications), hệ thống đa truy cập phân chia theo mã (CDMA, Code Division Multiple Access), hệ thống đa truy cập phân chia theo mã băng rộng (WCDMA, Wideband Code Division Multiple Access), dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (GPRS, General Packet Radio Service), hệ thống phát triển dài hạn (LTE, Long-Term Evolution), hệ thống phát triển dài hạn cải tiến (LTE-A, Advanced Long-Term Evolution) và hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS, Universal Mobile Telecommunications System).

Cũng cần hiểu rằng theo các phương án của sáng chế, thiết bị người dùng (UE, User Equipment) bao gồm nhưng không giới hạn ở trạm di động (MS, Mobile Station), thiết bị đầu cuối di động (Mobile Terminal), điện thoại di động (Mobile Telephone), điện thoại cầm tay (handset), thiết bị xách tay (portable equipment) và tương tự. Thiết bị người dùng có thể truyền thông với một hoặc nhiều mạng cơ bản bằng cách sử dụng mạng truy cập vô tuyến (RAN, Radio Access Network). Ví dụ, thiết bị người dùng có thể là điện thoại di động (hoặc

được gọi là điện thoại "tế bào"), hoặc máy tính có chức năng truyền thông vô tuyến; ví dụ, thiết bị người dùng cũng có thể mang theo, bỏ túi, cầm tay, máy tính lắp sẵn, hoặc thiết bị di động lắp trên xe.

Fig.1 là phương pháp thông báo CSI theo phương án của sáng chế. Phương pháp được thực hiện bởi UE, trong đó UE có thể là, ví dụ, thiết bị người dùng (User Equipment, UE), trạm di động (Mobile Station, MS), hoặc bộ chuyển tiếp (Relay), mà sau đây gọi là UE).

101. Thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc.

102. Dựa vào tín hiệu tham chiếu, chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này, ma trận tiền mã hóa được chọn có thể là ma trận tiền mã hóa W .

103. Gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Cần lưu ý rằng, phương án này của sáng chế không giới hạn loại tín hiệu tham chiếu trong bước 101. Ví dụ, có thể là thông tin trạng thái kênh tín hiệu tham chiếu, giải điều biến tín hiệu tham chiếu, hoặc tín hiệu tham chiếu mạng cụ thể. Cần lưu ý nữa là, UE, theo thông báo (như lấy tín hiệu RRC hoặc tải xuống thông tin điều khiển DCI) từ trạm gốc hoặc trên cơ sở ID ô mạng, có thể yêu cầu cấu hình tài nguyên của tín hiệu tham chiếu và yêu cầu tín hiệu tham chiếu từ tài nguyên hoặc khung con tương ứng.

Cần lưu ý rằng, cổng anten tương ứng với cổng tín hiệu tham chiếu và có thể tương ứng với một anten vật lý hoặc phần tử giàn anten; cũng có thể tương ứng với một anten ảo, trong đó anten ảo là sự kết hợp có trọng số của anten vật lý

hoặc phần tử giàn anten.

Một cách tùy chọn, trước bước 102, phương pháp có thể còn bao gồm bước xác định chỉ báo hạng RI dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó RI tương ứng với số lớp truyền hữu dụng và phương pháp cũng có thể bao gồm các bước:

thu được trị số ước tính kênh bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu;

trên cơ sở trị số ước tính kênh, bởi UE thu được trị số của mỗi chỉ báo hạng RI cho phép, tính toán trị số đo của mỗi ma trận tiền mã hóa, chẳng hạn như khả năng hoặc thông lượng của kênh; và chọn chỉ báo hạng RI mà thu được trị số đo tối ưu làm chỉ báo hạng RI được xác định.

Một cách tùy chọn, trước bước 102, phương pháp có thể còn bao gồm bước xác định chỉ báo hạng RI dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó chỉ báo hạng RI tương ứng với số lớp truyền hữu dụng và có thể bao gồm RI thu được, bởi UE trên cơ sở số cổng tín hiệu tham chiếu và chỉ trị số RI được phép tương ứng với giới hạn tập hợp con của bảng mã; giới hạn tập hợp con của bảng mã có thể được thông báo bởi trạm gốc bằng cách sử dụng báo hiệu mức cao chẳng hạn như báo hiệu RRC cho UE.

Cần lưu ý rằng, phương án này của sáng chế không giới hạn một cách cụ thể bước thực hiện 102 trong đó ma trận tiền mã hóa được chọn từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu. Một cách tùy chọn, theo UE và tiêu chí định trước chẳng hạn như tiêu chí khả năng của kênh hoặc tối đa hóa công suất hoặc tiêu chí tối thiểu hóa khoảng cách dây cung, ma trận tiền mã hóa được chọn từ bảng mã.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bước chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã theo 102 có thể bao gồm bước chọn ma trận tiền mã hóa từ tập hợp con của bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó tập hợp con của bảng mã có thể là tập hợp con của bảng mã tức được định trước, hoặc thông báo bởi UE tới trạm gốc và sau đó được xác định bởi trạm gốc và thông báo cho UE, hoặc xác định và thông báo bởi UE, ví dụ, tập hợp con của bảng mã thông báo gần đây.

Trong bước 102, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W là tích của ma trận S và ma trận V , tức là

$$W = \alpha \cdot SV \quad (1)$$

khi α là hằng số, $\mathbf{S}$ là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng của ma trận $\mathbf{V}$ và có phần tử 1 hoặc 0, $\mathbf{V}$ là ma trận $N \times v$ và N là số cổng tín hiệu tham chiếu. Ngoài ra, ma trận $\mathbf{V}$ có thể thỏa mãn

$$\mathbf{V}^H \mathbf{V} = v^{-1} \mathbf{I} \quad (2)$$

đặc biệt là, trị số α có thể là

$$\alpha \in \left\{ \sqrt{\frac{N_T}{2}}, \sqrt{\frac{N_T}{3}}, \dots, \sqrt{\frac{N_T}{N_T-1}}, 1 \right\} \quad (3)$$

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 1, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (4)$$

do đó:

$$\alpha = 1 \quad (5)$$

$$\mathbf{V} = \frac{1}{2} [1 \ 1 \ 1 \ 1]^T \quad (6)$$

$$\mathbf{S} \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (7)$$

khi ma trận $\mathbf{S}$ trong công thức (7) được sử dụng để chọn các hàng thứ nhất, thứ hai, thứ ba và thứ tư của ma trận $\mathbf{V}$.

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ e^{j\theta} \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ -e^{j\theta} \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \quad (8)$$

do đó:

$$\alpha = 1 \quad (9)$$

$$\mathbf{V} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & e^{j\theta} & e^{j\theta} \end{bmatrix}^T, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & -e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}^T \right\} \quad (10)$$

$$\mathbf{S} \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (11)$$

khi ma trận $\mathbf{S}$ trong công thức (11) được sử dụng để chọn các hàng thứ nhất và thứ ba hoặc các hàng thứ hai và thứ tư của ma trận $\mathbf{V}$. Trị số θ có thể là

0 đến 2π . Đặc biệt là, trị số θ có thể là, ví dụ, $0, \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{32}$.

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 1, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix} \right\} \quad (12)$$

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 2, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right\} \quad (13)$$

do đó,

$$\alpha = 1 \quad (14)$$

$$\mathbf{V} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \quad (15)$$

$$S \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (16)$$

khi ma trận S trong công thức (15) được sử dụng để chọn các hàng thứ nhất và thứ hai, các hàng thứ hai và các hàng thứ ba, các hàng thứ ba và thứ tư, hoặc các hàng thứ nhất và thứ tư của ma trận V . trị số θ có thể là 0 đến 2π .

Đặc biệt là, trị số θ có thể là, ví dụ, $0, \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{32}$.

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 2, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W có thể là

$$W \in \left\{ \begin{bmatrix} \frac{1}{\sqrt{8}} & \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} & \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ j & -j \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} & \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{8}} & \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 1 \\ 0 & 0 \\ j & -j \end{bmatrix} \right\} \quad (17)$$

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 2, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W cũng có thể là

$$W \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \quad (18)$$

do đó:

$$\alpha = 1 \quad (19)$$

$$V \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ e^{j\theta} & 0 \\ 0 & e^{j\theta} \end{bmatrix} \right\} \quad (20)$$

$$S \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (21)$$

khi ma trận $\mathbf{S}$ trong công thức (19) được sử dụng để chọn thứ nhất và thứ hai các hàng, thứ hai và thứ ba các hàng, thứ ba và thứ tư các hàng và thứ nhất và thứ tư các hàng của ma trận $\mathbf{V}$. Trị số θ có thể là 0 đến 2π . Đặc biệt là, trị số

$$\theta \text{ có thể là, ví dụ, } 0, \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{32}.$$

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 2, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (22)$$

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 3, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix} \right\} \quad (23)$$

do đó:

$$\alpha = 1 \quad (24)$$

$$\mathbf{V} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ e^{j\theta} & -e^{j\theta} & 0 \end{bmatrix} \right\} \quad (25)$$

$$\mathbf{S} \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (26)$$

khi ma trận $\mathbf{S}$ trong công thức (23) được sử dụng để chọn các hàng thứ nhất, thứ hai và thứ ba, các hàng thứ nhất, thứ hai và thứ tư, các hàng thứ nhất, thứ ba và thứ tư và các hàng thứ hai, thứ ba và thứ tư của ma trận $\mathbf{V}$. Trị số θ có thể là 0 đến 2π . Đặc biệt là, trị số θ có thể là, ví dụ, $0, \pm\frac{\pi}{2}, \pm\frac{\pi}{3}, \pm\frac{\pi}{6}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{32}$.

Bốn công anten được sử dụng như một ví dụ. Khi chỉ báo hạng RI hoặc số lớp là 3, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \right\} \quad (27)$$

do đó:

$$\alpha = 1, \quad (28)$$

$$V \in \left\{ \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \right. \\ \left. \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & \frac{1}{\sqrt{2}} \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \right\} \quad (29)$$

$$S \in \left\{ \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \right\} \quad (30)$$

Cần lưu ý nữa là, các trị số α trong các ma trận tiền mã hóa mà các cấu trúc của nó $\mathbf{W}$ được thể hiện trong các công thức từ (4) đến (27) có thể được thay đổi để yêu cầu các ma trận tiền mã hóa khác mà các cấu trúc của nó $\mathbf{W}$, còn chưa được liệt kê ở đây.

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} = \alpha \cdot \mathbf{S}\mathbf{V} \quad (31)$$

khi α là hằng số, $\mathbf{S}$ là ma trận chọn hàng và ma trận $\mathbf{V}$ là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng Anten của LTE R8 hệ thống đường xuống và thông báo CSI lớp v.

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Trong bảng mã hạng v, ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $\mathbf{W}$ cũng có thể là

$$\mathbf{W} = \alpha \cdot \mathbf{S}\mathbf{V} \quad (32)$$

khi α là hằng số, $\mathbf{S}$ là ma trận chọn hàng và ma trận $\mathbf{V}$ là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng Anten của hệ thống đường xuống LTE R10 và thông báo CSI lớp v.

Cần lưu ý rằng, phương án này của sáng chế không giới hạn cụ thể dạng

của CSI được gửi trong bước 103. Ví dụ, chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và chỉ báo hạng RI có các miền thời gian hoặc các độ chi tiết miền tần số khác nhau, hoặc đặt được trên cơ sở các chu kỳ khung con các kích cỡ bằng con khác nhau. Ngoài ra, chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và chỉ báo hạng RI có thể là gửi bằng cách sử dụng cùng khung con hoặc có thể là gửi bằng cách sử dụng các khung con khác nhau. Ngoài ra, CSI có thể bao gồm chỉ báo chất lượng kênh (Channel Quality Indicator/Index, viết tắt là CQI).

Ví dụ, bước gửi thông tin trạng thái kênh CSI tới trạm gốc có thể là bước: gửi, bởi UE, thông tin trạng thái kênh CSI qua kênh điều khiển đường lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, PUCCH) hoặc kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, PUSCH) tới trạm gốc.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, N là số công tín hiệu tham chiếu, $u \leq N$, β là hằng số và trị số β cho phép ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, trong đó $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận (Frobenius). Ma trận tiền mã hóa P có thể là đạt được bằng cách chia tỷ lệ ma trận tiền mã hóa U trong bảng mã khác (ở đây gọi là bảng mã thứ hai), tức là

$$P = \beta \cdot U \quad (33)$$

khi β là hằng số, mà được gọi là hệ số tỷ lệ. Khi ít nhất ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W tồn tại, trị số β cho phép ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, trong đó $\|\cdot\|_F$ là ma trận chuẩn Frobenius (Frobenius). Ví dụ, trong ma trận A , chuẩn Frobenius của ma trận là:

$$\|A\|_F = \sqrt{\sum_{i=1}^{m_A} \sum_{j=1}^{n_A} |a_{ij}|^2} \quad (34)$$

khi a_{ij} là phần tử ở cột j và hàng i của ma trận A và m_A và n_A lần lượt là số lượng hàng ở ma trận A và số lượng cột ở ma trận A .

Dễ dàng hiểu rằng, β thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ là

$$\beta = \|W\|_F / \|U\|_F \quad (35)$$

Theo phương án này, ma trận tiền mã hóa được chọn có thể là ma trận tiền mã hóa P.

Ngoài ra, ma trận U có thể thỏa mãn mối tương quan:

$$U^H U = v^{-1} I \quad (36)$$

Một cách tùy chọn, ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W là tương ứng với cùng trị số v và trong trường hợp này, ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W có cùng số lớp, tức là, cả hai thuộc vào bảng mã hàng v ;

Một cách tùy chọn, ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W tương ứng với các trị số v khác nhau và trong trường hợp này, ma trận tiền mã hóa P và ma trận tiền mã hóa W có số lớp anten khác nhau, tức là, hai lớp không thuộc bảng mã với cùng số lớp.

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Ma trận U có thể là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của LTE R8 hệ thống đường xuống và thông báo CSI lớp v .

Bốn cổng anten được sử dụng như một ví dụ. Chỉ báo hạng RI là 2 và ma trận tiền mã hóa P có thể là một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \quad (37) \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Chỉ báo hạng RI là 3 và ma trận tiền mã hóa P cũng có thể là một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \quad (38)$$

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Chỉ báo hạng RI là 3 và ma trận tiền mã hóa P là một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix} \quad (39)$$

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}$$

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Chỉ báo hạng RI là 4 và ma trận tiền mã hóa P là một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ j & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -j \end{bmatrix} \quad (40)$$

Bốn cổng Anten được sử dụng như một ví dụ. Chỉ báo hạng RI là 4 và ma trận tiền mã hóa P là một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ j & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & j & -j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ j & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \text{ và } \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (41)$$

Cần lưu ý rằng, theo phương án này của sáng chế, ma trận tiền mã hóa W hoặc ma trận tiền mã hóa P có thể là ma trận tiền mã hóa sau khi thay thế hàng hoặc cột. Ví dụ, các số Anten khác nhau gây ra tương ứng sự thay thế hàng của ma trận tiền mã hóa.

Cần lưu ý rằng, phương án này của sáng chế không giới hạn cụ thể dạng của bảng mã trong bước 102. Ví dụ, bảng mã hạng a có thể bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W, nhưng không bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là P, trong đó a là số nguyên dương; bảng mã hạng b có thể bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là P, nhưng không bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W, trong đó b là số nguyên dương; và bảng mã hạng a cũng có thể bao gồm ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là W và ma trận tiền mã hóa mà cấu trúc của nó là P. Cần lưu ý rằng, bảng mã hạng a có thể là tập hợp ma trận tiền mã hóa của các ma trận tiền mã hóa được tạo ra bởi các vector cột.

Dựa vào Fig.1, phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế là mô tả ở trên từ khía cạnh UE. Dựa vào Fig.2, sau đây mô tả phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế từ khía cạnh trạm gốc.

Fig.2 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế. Phương pháp trên Fig.2 được thực hiện bởi trạm gốc, mà có thể là, ví dụ, NodeB (NodeB), điểm truy cập (Access Point), điểm truyền (Transmission Point, TP), NodeB tiến hóa (Evolved NodeB, eNB), hoặc bộ chuyển tiếp (Relay).

Cần lưu ý rằng, sự minh họa ở phía UE trên Fig.1, bao gồm sự tương tác giữa UE và trạm gốc và các dấu hiệu và các chức năng liên quan, tương ứng với sự minh họa về phía trạm gốc trên Fig.2. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

201. Gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE.

202. Thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu và bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn

anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiều bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, như một phương án, PMI trong bước 202 có thể đạt được bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu và RI, trong đó RI tương ứng với số lớp truyền hữu dụng và phương pháp có thể bao gồm các bước:

thu được trị số ước tính kênh bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu;

trên cơ sở trị số ước tính kênh, thu được trị số của mỗi chỉ báo hạng RI cho phép bởi UE, tính toán trị số đo của mỗi ma trận tiền mã hóa, như dung lượng hoặc công suất kênh; và chọn chỉ báo hạng RI mà thu được trị số đo tối ưu làm chỉ báo hạng RI được xác định.

RI cũng có thể đạt được bởi UE trên cơ sở số cổng tín hiệu tham chiếu và chỉ trị số RI được phép tương ứng với giới hạn tập hợp con của bảng mã; giới hạn tập hợp con của bảng mã có thể được thông báo bởi trạm gốc bằng cách sử dụng báo hiệu mức cao như báo hiệu RRC cho UE.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, v không bằng u .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Fig.3 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế. Phương pháp trên Fig.3 có thể được thực hiện bởi UE, trong đó UE có thể là, ví dụ, thiết bị người dùng (User Equipment, UE), trạm di động (Mobile Station,

MS), hoặc bộ chuyển tiếp (Relay), mà sau đây gọi là UE.

301. Thu thông tin cấu hình của xử lý CSI được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

302. Trên cơ sở tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

303. Gửi CSI tương ứng với mỗi xử lý CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, như một phương án, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ

nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1;

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2;

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Fig.4 minh họa phương pháp báo cáo CSI theo phương án khác của sáng chế. Phương pháp trên Fig.4 được thực hiện bởi trạm gốc, mà có thể là, ví dụ, NodeB (NodeB), điểm truy cập (Access Point), điểm truyền (Transmission Point,

TP), NodeB tiến hóa (Evolved NodeB, eNB), hoặc bộ chuyển tiếp (Relay).

Cần lưu ý rằng, sự minh họa ở phía UE trên Fig.3, bao gồm sự tương tác giữa UE và trạm gốc và các dấu hiệu và chức năng liên quan, tương ứng với sự minh họa ở phía trạm gốc trên Fig.4. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

401. Gửi thông tin cấu hình của xử lý CSI tới thiết bị người dùng UE, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

402. Thu CSI mà được gửi bởi UE và tương ứng với mỗi xử lý CSI, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI và bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Sau khi trạm gốc thu PMI, đạt được ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI theo PMI.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền, để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít

nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1;

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2;

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Dựa vào các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.4, trên đây mô tả chi tiết phương pháp báo cáo CSI theo các phương án của sáng chế. Dựa vào các hình vẽ từ Fig.5 đến Fig.12, sau đây mô tả thiết bị người dùng và trạm gốc theo các phương án của sáng chế.

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án của sáng chế. Theo phương pháp trên Fig.5, thiết bị người dùng bao gồm bộ thu 501, bộ lưu trữ 502, bộ chọn 503 và bộ gửi 504.

Bộ thu 501 được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc.

Bộ lưu trữ 502 được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Bộ chọn 503 được tạo cấu hình: dựa vào tín hiệu tham chiếu, để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 502, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Bộ gửi 504 được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 502 còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 502 có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công

thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, v không bằng u .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Fig.6 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế. Trạm gốc trên Fig.6 bao gồm bộ gửi 601 và bộ thu 602.

Bộ gửi 601 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE.

Bộ thu 602 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu, bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiều, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiều bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, trạm gốc có thể bao gồm bộ lưu trữ, được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Trạm gốc có thể còn bao gồm bộ thu, được tạo cấu hình, sau khi thu PMI, để thu được ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ theo PMI.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã có thể còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng

số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, v không bằng u .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Fig.7 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế. Trên Fig.7, thiết bị người dùng bao gồm bộ thu 701, bộ lưu trữ 702, bộ chọn 703 và bộ gửi 704.

Bộ thu 701 được tạo cấu hình để thu thông tin cấu hình của xử lý CSI được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

Bộ lưu trữ 702 được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Bộ chọn 703 được tạo cấu hình để chọn, trên cơ sở tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Bộ gửi 704 được tạo cấu hình để gửi CSI tương ứng với mỗi xử lý CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã,

ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền, để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702 còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702 ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1.

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai được lưu trữ trong bộ lưu trữ 702 ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Fig.8 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế. Trạm gốc trên Fig.8 bao gồm bộ gửi 801 và bộ thu 802.

Bộ gửi 801 được tạo cấu hình để gửi thông tin cấu hình của xử lý CSI tới thiết bị người dùng UE, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

Bộ thu 802 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE và tương ứng với mỗi xử lý CSI, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI; PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI và bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó

ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền, để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1.

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Fig.9 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án của sáng chế. Thiết bị người dùng trên Fig.9 bao gồm bộ thu 901, bộ nhớ 902, bộ xử lý 903 và bộ gửi 904.

Bộ thu 901 được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc.

Bộ nhớ 902 được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Bộ xử lý 903 được tạo cấu hình: dựa vào tín hiệu tham chiếu, để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 902, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Bộ gửi 904 được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 902 có thể còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 902 có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

.Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, v không bằng u .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Fig.10 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế. Trạm gốc trên Fig.10 bao gồm bộ gửi 1001 và bộ thu 1002.

Bộ gửi 1001 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới thiết bị người dùng UE.

Bộ thu 1002 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu, bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận

$N \times v$, N là số công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, trạm gốc có thể bao gồm bộ nhớ, được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Bộ xử lý có thể là còn được tạo cấu hình, sau khi thu PMI, để thu được ma trận tiền mã hóa tương ứng với PMI từ bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ theo PMI.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã có thể còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, v không bằng u .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V và/hoặc ma trận U là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với bốn cổng anten của hệ thống đường xuống phát triển dài hạn (Long Term Evolution) LTE R8.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số công tín hiệu tham chiếu là 4 và ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

Fig.11 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế. Thiết bị người dùng trên Fig.11 bao gồm bộ thu 1101, bộ nhớ 1102, bộ xử lý 1103 và bộ gửi 1104.

Bộ thu 1101 được tạo cấu hình để thu thông tin cấu hình của xử lý CSI được gửi bởi trạm gốc, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham

chiều và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu.

Bộ nhớ 1102 được tạo cấu hình để lưu trữ bảng mã.

Bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình để chọn, trên cơ sở tài nguyên tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 1102, trong đó bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Bộ gửi 1104 được tạo cấu hình để gửi CSI tương ứng với mỗi xử lý CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền, để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 1102 còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất lưu trữ trong bộ nhớ 1102, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai lưu trữ trong bộ nhớ 1102, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất lưu trữ trong bộ nhớ 1102 ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1.

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai lưu trữ trong bộ nhớ 1102 ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất lưu trữ trong bộ nhớ 1102 có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai lưu trữ trong bộ nhớ 1102 có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận được mô tả trong công thức (1) đến công thức (41).

Fig.12 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án khác của sáng chế. Trạm gốc trên Fig.12 bao gồm bộ gửi 1201 và bộ thu 1202.

Bộ gửi 1201 được tạo cấu hình để gửi thông tin cấu hình của xử lý CSI tới thiết bị người dùng UE, trong đó thông tin cấu hình của xử lý CSI bao gồm ít nhất một xử lý CSI và mỗi xử lý CSI được kết hợp với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

Bộ thu 1202 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE và tương ứng với mỗi xử lý CSI, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI, PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được chọn bởi UE từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu và tài nguyên đo nhiễu được kết hợp với mỗi xử lý CSI và bảng mã bao gồm ma trận tiền mã hóa W và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số cổng tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V và α là hằng số.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Ngoài ra, nhiều xử lý CSI sử dụng các bảng mã khác nhau để cải thiện độ tự do của trạm gốc để chọn các phương pháp lập lịch và truyền, để gia tăng thông lượng của hệ thống.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã còn bao gồm ma trận tiền mã hóa P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$ và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, xử lý CSI thứ nhất trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ nhất, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất một xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P .

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ nhất là 4 và ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã thứ nhất ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ nhất có thể được giới hạn ở 1.

Số cổng tín hiệu tham chiếu được kết hợp với xử lý CSI thứ hai là 4 và ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai ít nhất là một ma trận trong số các ma trận sau:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

Ngoài ra, RI tương ứng với xử lý CSI thứ hai có thể được giới hạn ở 2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ nhất có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận trong công thức (1) đến công thức (37).

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, bảng mã thứ hai có thể bao gồm một hoặc nhiều ma trận trong công thức (1) đến công thức (37).

Fig.13 là phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế. Phương pháp trên Fig.13 có thể được thực hiện bởi UE, mà có thể là, ví dụ, điện thoại hoặc đầu cuối di động.

1310. Thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc;

1320. Chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu;

1330. Gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn W.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, cổng anten được sử dụng để truyền có thể được chọn bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa W.

Một cách tùy chọn, trước bước 1310, phương pháp có thể còn bao gồm thu được tài nguyên tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc. Theo phương án này của sáng chế, cách cụ thể thu được tín hiệu tham chiếu bởi UE không được giới hạn. Ví dụ, UE đạt được tài nguyên tín hiệu tham chiếu bằng cách chấp nhận báo hiệu (như RRC hoặc DCI) thông báo bởi eNB, hoặc UE đạt được tài nguyên tín hiệu tham chiếu trên cơ sở thông tin định trước (như ID ô mạng).

Đặc biệt là, tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là tài nguyên CSI RS, trong đó tài nguyên CSI RS có thể là sự kết hợp của cấu trúc tài nguyên CSI RS và cấu trúc khung con CSI RS. Cấu trúc tài nguyên CSI RS có thể là cấu trúc cổng của CSI RS trong RB, như vật mang phụ, ký hiệu, hoặc tần số sử dụng. Cấu trúc khung con CSI RS có thể là chu kỳ hoặc sự dịch chuyển khung con.

Tài nguyên tín hiệu tham chiếu cũng có thể là tài nguyên DM RS, trong đó tài nguyên DM RS có thể là cấu trúc tài nguyên DM RS, như cấu trúc cổng. Tài nguyên DM RS cũng có thể là sự kết hợp của cấu trúc tài nguyên DM RS và cấu trúc khung con DM RS và chỉ báo cổng DM RS, sự dịch chuyển, hoặc chu kỳ khung con. Chu kỳ DM RS hoặc sự dịch chuyển khung con có thể được định trước và đã biết là UE và trạm gốc.

Tài nguyên tín hiệu tham chiếu cũng có thể là tài nguyên CRS, trong đó tài nguyên CRS có thể là cấu trúc tài nguyên CRS, như cấu trúc cổng. Tài nguyên CRS cũng có thể là sự kết hợp của cấu trúc tài nguyên CRS và cấu trúc khung con CRS, ví dụ, giao diện CRS, chu kỳ khung con, hoặc dịch chuyển khung con.

Chu kỳ CRS hoặc sự dịch chuyển khung con có thể được định trước và đã biết là UE và trạm gốc.

Tài nguyên tín hiệu tham chiếu có thể là UE cụ thể và cũng có thể là ô mạng cụ thể.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã trong bước 1320 bao gồm bảng mã hạng 1 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu có thể bao gồm các bước: chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 1 dựa vào tín hiệu tham chiếu. Số lớp truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa trong bảng mã hạng 1 là 1.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1310 là 4 và trong bảng mã hạng 1, ma trận tiền mã hóa $W=W_1 W_2$, trong đó

$$W_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \text{ và } W_2 \text{ là ma trận trong tập hợp thứ năm và trong tập hợp thứ}$$

năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_1 \begin{bmatrix} v_m \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_1 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$

là ma trận không gồm hai hàng và một cột, $m=0,1,\dots,N-1$, N là số nguyên dương và α_1 là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1310 là 4 và trong bảng mã hạng 1, ma trận tiền mã hóa $W=W_3 W_4$, trong đó W_3 là ma trận trong tập hợp thứ hai, tập hợp thứ hai bao gồm ít nhất một trong số

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix} \text{ và } \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}, W_4 \text{ là ma}$$

trận trong tập hợp thứ ba, tập hợp thứ ba bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_2 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$,

$$\alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_2 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_2 \text{ là hệ số tỷ lệ.}$$

Một cách tùy chọn, như một phương án, số công tín hiệu tham chiếu trong bước 1310 là 4, trong bảng mã hạng 1, ma trận tiền mã hóa $W=W_5W_6$ và $W_5=$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix},$$

trong đó p là số nguyên không âm, ví dụ, $p=0,1,2,\dots$ hoặc $p=0,2,4,\dots$; n là số nguyên dương, ví dụ, $n=2$ hoặc $n=4$; N là số

nguyên dương, ví dụ, $N=8$; và

$$\mathbf{b}_m = \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \text{ hoặc } \mathbf{b}_m = \alpha \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix},$$

trong đó, ví dụ, khi $N=8$, trị số m có thể là từ 0 đến 15 và các vector cột từ $\mathbf{b}_0$ đến $\mathbf{b}_{15}$ là như sau:

$$(\mathbf{b}_0 \ \mathbf{b}_1 \ \cdots \ \mathbf{b}_5) = \begin{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{\pi}{4}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{3\pi}{4}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{5\pi}{4}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{7\pi}{4}} \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ e^{j\frac{\pi}{4}} \\ j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j\frac{3\pi}{4}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j\frac{5\pi}{4}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ e^{j\frac{7\pi}{4}} \end{bmatrix} \end{bmatrix};$$

khi $n=2$, W_6

là ma trận trong tập hợp thứ tư và tập hợp thứ tư bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$; khi $n=4$, W_6 là ma trận trong tập hợp thứ năm và tập hợp thứ

năm bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}$ và $\alpha_3 \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$; và

α_3 là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số công tín hiệu tham chiếu trong bước 1310 là 4 và trong bảng mã hạng 1, ma trận tiền mã hóa $W=W_7W_8$, trong đó

$$W_7 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times n} \\ \mathbf{0}_{2 \times n} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{b}_{p \bmod N} & \mathbf{b}_{(p+1) \bmod N} & \cdots & \mathbf{b}_{(p+n-1) \bmod N} \end{bmatrix}$$

và p là số nguyên không

âm, ví dụ, $p=0,1,2,\dots$ hoặc $p=0,2,4,\dots$; n là số nguyên dương, ví dụ, $n=2$

hoặc $n=4$; N là số nguyên dương, ví dụ, $N=8$; $\mathbf{b}_m = \alpha \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, ví dụ, khi $N=8$, trị

số m có thể là từ 0 đến 7 và các vector cột từ b_0 đến b_7 là như sau:

$$(b_0 \ b_2 \ \dots \ b_7) = \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{\pi}{4}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{\pi}{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{3\pi}{4}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\pi} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{5\pi}{4}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j\frac{7\pi}{4}} \end{bmatrix} \right); \quad \mathbf{0}_{2 \times n} \text{ là}$$

ma trận không gồm hai hàng và n cột; và $W_8 = \alpha_4 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận không và α_4 là hệ số tỷ lệ. Khi $n=2$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ sáu và tập hợp thứ sáu bao gồm ít nhất

một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$

$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$. Khi $n=4$, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp

thứ bảy và tập hợp thứ bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm

ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$

$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1310 là 4 và trong bảng mã hạng 1, ma trận tiền mã hóa $W = W_9 W_{10}$, trong đó

$W_9 = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}$, $\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột; và

$W_{10} = \alpha_5 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 \\ \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ là các ma trận chọn cột hoặc các ma trận suy

biết, $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ tám và tập hợp thứ tám

bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right),$

$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right), \beta_1 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \varphi_n \\ 0 \end{bmatrix} \right), \beta_1 \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \varphi_n \\ 0 \end{bmatrix} \right), \beta_1 \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{bmatrix} \right)$ và

$\beta_1 \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ \varphi_n \end{bmatrix} \right)$, trong đó $\varphi_n = e^{j2\pi \frac{n}{M}}$, M là số nguyên dương, n là số nguyên không âm nhỏ hơn M và α_5 và β_1 là các hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã trong bước 1320 bao gồm bảng mã hạng 2 và chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu có thể bao gồm các bước: chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 2 dựa vào tín hiệu tham chiếu. Số lớp truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa trong bảng mã hạng 2 là 2.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 2, ma trận tiền mã hóa $W=W_{11}W_{12}$, trong

đó $W_{11} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$; và W_{12} có thể là ma trận trong tập hợp thứ chín và tập hợp

thứ chín bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $\alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ và $\alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, trong đó $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}$, $v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm

hai hàng và một cột, α là hệ số tỷ lệ và khi $W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$, $m=0,1,\dots,N-1$,

khi $W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$ hoặc $W_{12} = \alpha_6 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}$, $m=0,1,\dots,\frac{N}{2}-1$ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 2, ma trận tiền mã hóa $W=W_{13}W_{14}$, trong đó W_{13} có thể là ma trận trong tập hợp thứ mười và tập hợp thứ mười bao gồm ít nhất

một trong số $\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & j & -1 & -j \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & -j & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & -j \end{bmatrix}, \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \\ -1 & -j & 1 & j \end{bmatrix}$ và

$\mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & j \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & j & 0 & 0 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2}$ và $\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi]$,

ví dụ $\theta_1, \theta_2 = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots$; và W_{14} có thể là ma trận trong tập hợp thứ mười

một và tập hợp thứ mười một bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_7 \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}$ và

$\alpha_7 \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$ và α_7 là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 2, ma trận tiền mã hóa $W = W_{15}W_{16}$, trong

đó $W_{15} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi]$, ví dụ,

$\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười hai và tập hợp thứ mười hai bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các

nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$, hoặc

$W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ

mười ba và tập hợp thứ mười ba bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các

nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, hoặc $W_{16} = \alpha_8 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong

đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười bốn, tập hợp thứ mười bốn bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_8 là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 2, ma trận tiền mã hóa $W = W_{17}W_{18}$, trong

đó $W_{17} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}$, $\mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_n = e^{j\theta}$, $\theta \in [0, 2\pi]$,

ví dụ, $\theta = 0, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{4}, \dots$ và $\mathbf{0}_{2 \times 4}$ là ma trận không gồm hai hàng và bốn cột;

$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ có thể là ma trận trong tập hợp thứ mười

lăm và tập hợp thứ mười lăm bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$, $\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và

$\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, hoặc $W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập

hợp thứ mười sáu và tập hợp thứ mười sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, hoặc

$W_{18} = \alpha_9 \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười bảy, tập hợp thứ mười bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các

nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$ và α_9 là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cộng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 2, ma trận tiền mã hóa $W = W_{19}W_{20}$ và $W_{19} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}$, $\varphi_n = e^{j\theta}$, $\theta \in [0, 2\pi]$, ví dụ, $\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots$ và $\mathbf{0}_{2 \times 2}$ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột;

$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\mathbf{Y}_1$ và $\mathbf{Y}_2$ có thể là ma trận trong tập hợp thứ mười tám và tập hợp thứ mười tám bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, hoặc

$W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ mười chín và tập hợp thứ mười chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$, hoặc $W_{20} = \alpha_{10} \begin{bmatrix} \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2)$ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai mươi, tập hợp thứ hai mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$ và $\begin{pmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \end{pmatrix}$, hoặc W_{20} bằng $\beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_1 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$ hoặc

$\beta_2 \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_1 \\ \varphi_m \mathbf{Y}_2 & -\varphi_m \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}$, trong đó $\varphi_m = e^{j\theta}$, $\theta \in [0, 2\pi]$, ví dụ, $\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots$, $\mathbf{Y}_1$

và $\mathbf{Y}_2$ có thể là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi một, tập hợp thứ hai mươi

một bao gồm ít nhất một trong số $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ và $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_{10} và β_2 là các hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã trong bước 1320 bao gồm bảng mã hạng 3 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu có thể bao gồm bước: chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 3 dựa vào tín hiệu tham chiếu. Số lớp truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa trong bảng mã hạng 3 là 3.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 3, ma trận tiền mã hóa $W=W_{21}W_{22}$, trong đó

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, W_{22} \text{ có thể là ma trận trong tập hợp thứ hai mươi hai và tập hợp}$$

thứ hai mươi hai bao gồm ít nhất một trong số $\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m \end{bmatrix}$,

$$\alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \alpha_{11} \begin{bmatrix} v_m & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_{11} \begin{bmatrix} v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \text{ trong đó}$$

$$v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix}, \mathbf{0}_{2 \times 1} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và một cột,}$$

$m=0,1,\dots,\frac{N}{2}-1$ và α_{11} là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 3, ma trận tiền mã hóa $W=W_{23}W_{24}$, trong đó

$$W_{23} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_m = e^{j\theta_1}, \varphi_n = e^{j\theta_2} \text{ và}$$

$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi]$, ví dụ, $\theta = 0, \pm\frac{\pi}{16}, \pm\frac{\pi}{8}, \pm\frac{\pi}{4}, \dots$; và W_{24} có thể là ma trận trong tập hợp

thứ hai mươi ba và tập hợp thứ hai mươi ba bao gồm ít nhất một trong số

$$\alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}, \alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \alpha_{12} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ và } \alpha_{12} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số công tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 3, ma trận tiền mã hóa $W=W_{25}W_{26}$ và

$$W_{25} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta},$$

$$\theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ, } \theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 4} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và}$$

$$\text{bốn cột; và } W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 1} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là nhóm ma trận trong tập}$$

hợp thứ hai mươi tư và tập hợp thứ hai mươi tư bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\text{hoặc } W_{26} = \alpha_{13} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp}$$

thứ hai mươi tám, trong đó tập hợp thứ hai mươi tám bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây:

$$\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \alpha_{13} \text{ là hệ số tỷ}$$

lệ, $\mathbf{0}_{4 \times 2}$ là ma trận không gồm bốn hàng và hai cột và $\mathbf{0}_{4 \times 1}$ là ma trận không gồm bốn hàng và một cột.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 3, ma trận tiền mã hóa $W=W_{27}W_{28}$ và

$$W_{27} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ,}$$

$$\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots, \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột; và}$$

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi lăm và tập hợp thứ hai mươi lăm bao gồm ít nhất một nhóm ma trận

trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} \right)$, hoặc

$$W_{28} = \alpha_{14} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ là nhóm ma trận trong tập hợp thứ hai mươi}$$

chín và tập hợp thứ hai mươi chín bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các

nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right)$, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không

gồm hai hàng và một cột và α_{15} là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 3, ma trận tiền mã hóa $W=W_{29}W_{30}$ và

$$W_{29} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ,}$$

$$\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots, \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột; và}$$

$$W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là nhóm ma trận trong tập hợp thứ}$$

hai mươi sáu và tập hợp thứ hai mươi sáu bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}\right)$, hoặc

$W_{30} = \alpha_{15} \begin{bmatrix} Y_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & Y_2 \end{bmatrix}$, trong đó (Y_1, Y_2) là nhóm ma trận trong tập hợp thứ ba mươi và tập hợp thứ ba mươi bao gồm ít nhất một nhóm ma trận trong số các nhóm ma trận sau đây: $\left(\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\right)$ và $\left(\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}\right)$, α_{15} là hệ số tỷ lệ và $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột.

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã trong bước 1320 bao gồm bảng mã hạng 4 và bước chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu có thể bao gồm bước: chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã hạng 4 dựa vào tín hiệu tham chiếu. Số lớp truyền tương ứng với ma trận tiền mã hóa trong bảng mã hạng 4 là 4.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 4, ma trận tiền mã hóa $W = W_{31}W_{32}$, trong đó

$$W_{31} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad W_{32} = \alpha_{16} \begin{bmatrix} v_m & v_{m+\frac{N}{2}} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} \\ \mathbf{0}_{2 \times 1} & \mathbf{0}_{2 \times 1} & v_m & v_{m+\frac{N}{2}} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{m}{N}} \end{bmatrix}, \quad v_{m+\frac{N}{2}} = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi \frac{(m+\frac{N}{2})}{N}} \end{bmatrix},$$

$m = 0, 1, \dots, \frac{N}{2} - 1$, N là số nguyên dương, $\mathbf{0}_{2 \times 1}$ là ma trận không gồm hai hàng và một cột và α_{16} là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 4, ma trận tiền mã hóa $W = W_{33}W_{34}$ và

$$W_{33} = A \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \text{trong đó} \quad A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \varphi_m & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_m = e^{j\theta_1}, \quad \varphi_n = e^{j\theta_2},$$

$$\theta_1, \theta_2 \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ, } \theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots; \text{ và } W_{34} = \alpha_{17} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \alpha_{17}$$

là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số công tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 4, ma trận tiền mã hóa $W = W_{35}W_{36}$ và

$$W_{35} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 4} \\ \mathbf{0}_{2 \times 4} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{j\frac{\pi}{2}} & e^{j\pi} & e^{j\frac{3\pi}{2}} \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta},$$

$$\theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ, } \theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 4} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và}$$

$$\text{bốn cột; và } W_{36} = \alpha_{18} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{4 \times 2} \\ \mathbf{0}_{4 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là nhóm ma trận trong tập}$$

hợp thứ hai mươi bảy, tập hợp thứ hai mươi bảy bao gồm ít nhất một nhóm ma

$$\text{trận trong số các nhóm ma trận sau đây: } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right), \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right),$$

$$\left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \left(\begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 1 & 0 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \mathbf{0}_{4 \times 2} \text{ là ma trận không gồm bốn hàng và}$$

hai cột và α_{18} là hệ số tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số công tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 4, ma trận tiền mã hóa $W = W_{37}W_{38}$ và

$$W_{37} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \quad \varphi_n = e^{j\theta}, \quad \theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ}$$

$$\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột; và}$$

$$W_{38} = \alpha_{19} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{19} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, số cổng tín hiệu tham chiếu trong bước 1320 là 4 và trong bảng mã hạng 4, ma trận tiền mã hóa $W=W_{39}W_{40}$ và

$$W_{39} = \begin{bmatrix} \mathbf{X} & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{X} \end{bmatrix}, \text{ trong đó } \mathbf{X} = \mathbf{A} \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \varphi_n \end{bmatrix}, \varphi_n = e^{j\theta}, \theta \in [0, 2\pi], \text{ ví dụ}$$

$$\theta = 0, \pm \frac{\pi}{16}, \pm \frac{\pi}{8}, \pm \frac{\pi}{4}, \dots \text{ và } \mathbf{0}_{2 \times 2} \text{ là ma trận không gồm hai hàng và hai cột; và}$$

$$W_{40} = \alpha_{20} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{0}_{2 \times 2} \\ \mathbf{0}_{2 \times 2} & \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \text{ trong đó } (\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \text{ có thể là } \left(\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \right) \text{ và } \alpha_{20} \text{ là hệ số}$$

tỷ lệ.

Một cách tùy chọn, như một phương án, ma trận tiền mã hóa $W=W_k W_t$, trong đó k là số lẻ, t là số chẵn và W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng rộng và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh băng hẹp, hoặc W_k được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh dài hạn và W_t được sử dụng để chỉ báo thông tin trạng thái kênh ngắn hạn.

Một cách tùy chọn, theo một phương án khác, sau khi chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã, phương pháp có thể còn bao gồm thực hiện sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W theo mã anten dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Cần lưu ý rằng, bảng mã theo phương án này của sáng chế có thể là các sự kết hợp khác nhau của bảng mã hạng 1, bảng mã hạng 2, bảng mã hạng 3 và bảng mã hạng 2, hoặc có thể được tạo ra bởi các bảng mã và các bảng mã khác nhờ cấu hình công suất, trong đó bảng mã hạng 1 có thể được tạo ra bởi ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã hạng 1 được nêu trong một phần hoặc tất cả các phương án cụ thể nêu trên, bảng mã hạng 2 có thể được tạo ra bởi ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã hạng 2 được nêu trong một phần hoặc tất cả các phương án cụ thể nêu trên, bảng mã hạng 3 có thể được tạo ra bởi ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã hạng 3 được nêu trong một phần hoặc tất cả các phương án cụ thể nêu trên và bảng mã hạng 4 có thể được tạo ra bởi ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã hạng 4 được nêu trong một phần hoặc tất cả các phương án cụ thể nêu trên.

Trong bước 1320, bước chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã dựa vào tín hiệu tham chiếu có thể bao gồm các bước: thu được, bởi UE dựa vào tín hiệu tham chiếu, ước tính kênh; và sau đó, chọn theo ước tính kênh và trên cơ sở tiêu chí định trước (như tiêu chí dung lượng kênh/tối đa hóa công suất hoặc tiêu chí tối thiểu hóa khoảng cách dây cung).

Cần lưu ý rằng, chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã có thể là để chọn ma trận tiền mã hóa từ tập hợp con của bảng mã. Ví dụ, bảng mã bao gồm bảng mã hạng 1, bảng mã hạng 2, bảng mã hạng 3 và bảng mã hạng 4. Mỗi bảng mã hạng n là tập hợp con của bảng mã. Tập hợp con của bảng mã có thể được định trước, hoặc được thông báo bởi UE tới trạm gốc, xác định bởi trạm gốc theo thông tin thông báo của UE và thông báo cho UE, hoặc là tập hợp con của bảng mã xác định và thông báo bởi UE, ví dụ, tập hợp con của bảng mã thông báo gần đây.

Trong bước 1320, tín hiệu tham chiếu có thể là CSI RS, DM RS, hoặc CRS. UE có thể yêu cầu tín hiệu tham chiếu theo tài nguyên tín hiệu tham chiếu.

Đặc biệt là, trong bước 1330, PMI được sử dụng để chỉ báo ma trận tiền mã hóa được chọn từ bảng mã (tập hợp ma trận tiền mã hóa), trong đó PMI có các miền thời gian hoặc các độ chi tiết tần số khác nhau, hoặc đạt được trên cơ sở các chu kỳ khung con hoặc các kích cỡ băng con khác nhau.

Đặc biệt là, trong bước 1330, PMI có thể là gửi bởi UE bằng cách sử dụng PUCCH hoặc PUSCH tới trạm gốc.

Cần lưu ý rằng, theo phương án này, ma trận tiền mã hóa W có thể là ma trận tiền mã hóa sau khi thay thế hàng hoặc cột. Ví dụ, sự thay thế hàng của ma trận tiền mã hóa W có thể được gây ra bằng cách thay đổi hoặc đảo ngược mã anten.

Dựa vào Fig.13, phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế là mô tả chi tiết ở trên từ khía cạnh UE. Dựa vào Fig.14, sau đây mô tả phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế từ khía cạnh trạm gốc.

Cần lưu ý rằng, sự minh họa ở phía trạm gốc, bao gồm sự tương tác giữa UE và trạm gốc và các dấu hiệu và chức năng liên quan tương ứng với sự minh họa ở phía UE. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Fig.14 là phương pháp báo cáo CSI theo phương án của sáng chế. Phương pháp trên Fig.14 được thực hiện bởi trạm gốc, như eNodeB.

1410. Gửi tín hiệu tham chiếu tới UE;

1420. Thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI;

1430. Chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã theo PMI, trong đó ma trận tiền mã hóa W tương ứng với PMI;

1440. Gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Cần lưu ý rằng, trong bước 1440, bước gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W có thể là bước: thực hiện mã hóa kênh cho nguồn thông tin cần được gửi tới UE để tạo ra các từ mã, sau đó thực hiện sự điều biến các từ mã khác nhau để tạo ra các ký hiệu điều biến, sau đó thực hiện ánh xạ lớp đối với các ký hiệu điều biến khác nhau, sau khi ánh xạ lớp, thực hiện sự tiền mã hóa dữ liệu (tức là, dồn kênh bởi ma trận tiền mã hóa) để ánh xạ dữ liệu tiền mã hóa cho các cổng anten để truyền; và

Một cách tùy chọn, như một phương án, bảng mã có thể bao gồm các dạng kết hợp khác nhau của bảng mã hạng 1, bảng mã hạng 2, bảng mã hạng 3 và bảng mã hạng 4 và ma trận tiền mã hóa W có thể được chọn bởi UE từ bất kỳ một trong số các bảng mã nêu trên dựa vào tín hiệu tham chiếu. Dạng cụ thể của ma trận tiền mã hóa W trong bảng mã hạng 1, bảng mã hạng 2, bảng mã hạng 3 và bảng mã hạng 4 được minh họa trong phần mô tả phía UE trên Fig.13. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Dựa vào Fig.13 đến Fig.14, trên đây mô tả chi tiết phương pháp báo cáo CSI theo các phương án của sáng chế. Dựa vào Fig.15 đến Fig.18, sau đây mô tả thiết bị người dùng và trạm gốc theo các phương án của sáng chế.

Fig.15 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án của sáng

chế. Thiết bị người dùng bao gồm bộ thu 1510, bộ chọn 1520, bộ lưu trữ 1530 và bộ gửi 1540. Cần lưu ý rằng, thiết bị người dùng trên Fig.15 có thể thực hiện các bước được thực hiện bởi thiết bị người dùng trên Fig.13. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Bộ thu 1510 được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc.

Bộ chọn 1520 được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 1530 dựa vào tín hiệu tham chiếu.

Bộ gửi 1540 được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn W.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, thiết bị người dùng còn bao gồm bộ thay thế, được tạo cấu hình để thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Fig.16 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế. Trạm gốc bao gồm bộ gửi 1610, bộ thu 1620, bộ chọn 1630 và bộ lưu trữ 1640. Cần lưu ý rằng, thiết bị người dùng trên Fig.16 có thể thực hiện các bước được thực hiện bởi trạm gốc trên Fig.14. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Bộ gửi 1610 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới UE;

Bộ thu 1620 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI;

Bộ chọn 1630 được tạo cấu hình để chọn, theo PMI, ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã được lưu trữ trong bộ lưu trữ 1640, trong đó ma trận tiền mã hóa W tương ứng với PMI; và

Bộ gửi 1610 được tạo cấu hình để gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, trạm gốc còn bao gồm bộ thay thế, được tạo cấu hình để thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Fig.17 là sơ đồ khối thể hiện thiết bị người dùng theo phương án khác của sáng chế. Thiết bị người dùng bao gồm bộ thu 1710, bộ xử lý 1720, bộ nhớ 1730 và bộ gửi 1740. Cần lưu ý rằng, thiết bị người dùng trên Fig.17 có thể thực hiện các bước được thực hiện bởi thiết bị người dùng trên Fig.13. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Bộ thu 1710 được tạo cấu hình để thu tín hiệu tham chiếu được gửi bởi trạm gốc.

Bộ xử lý 1720 được tạo cấu hình để chọn ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 1730 dựa vào tín hiệu tham chiếu, trong đó $W=W_1 W_2$.

Bộ gửi 1740 được tạo cấu hình để gửi CSI tới trạm gốc, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI và PMI là tương ứng với ma trận tiền mã hóa được chọn.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, bộ xử lý 1720 được tạo cấu hình để còn thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Fig.18 là sơ đồ khối thể hiện trạm gốc theo phương án của sáng chế. Trạm gốc bao gồm bộ gửi 1810, bộ thu 1820, bộ xử lý 1830 và bộ nhớ 1840. Cần lưu ý rằng, thiết bị người dùng trên Fig.18 có thể thực hiện các bước được thực hiện bởi trạm gốc trên Fig.14. Nhằm ngắn gọn, các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Bộ gửi 1810 được tạo cấu hình để gửi tín hiệu tham chiếu tới UE.

Bộ thu 1820 được tạo cấu hình để thu CSI mà được gửi bởi UE, trong đó CSI bao gồm chỉ báo ma trận tiền mã hóa PMI.

Bộ xử lý 1830 được tạo cấu hình để chọn, theo PMI, ma trận tiền mã hóa W từ bảng mã lưu trữ trong bộ nhớ 1840, trong đó ma trận tiền mã hóa W tương ứng với PMI và $W=W_1W_2$;

Bộ gửi 1810 được tạo cấu hình để gửi thông tin tới UE theo ma trận tiền mã hóa W.

Theo phương án này của sáng chế, bằng cách điều chỉnh cấu trúc bảng mã, ma trận tiền mã hóa phù hợp có thể được chọn theo tình trạng nhiễu, để chọn anten để truyền dữ liệu và công suất của anten để làm giảm lượng các tài nguyên lập lịch bị lãng phí do sự kiểm soát nhiễu bởi trạm gốc.

Một cách tùy chọn, bộ xử lý 1830 được tạo cấu hình để còn thực hiện, theo mã anten, sự thay thế hàng hoặc thay thế cột lên ma trận tiền mã hóa W.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể nhận thấy rằng, trong đó sự kết hợp các ví dụ được mô tả trong các phương án được bộc lộ trong phần mô tả này, các bộ phận và các bước thuật toán có thể được thực hiện bởi phần cứng điện tử hoặc dạng kết hợp của phần mềm máy tính và phần mềm điện tử. Các chức năng được thực hiện hay không bởi phần cứng hoặc phần mềm phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể và các điều kiện ràng buộc về thiết kế của giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả đối với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng không được coi là việc thực hiện này vượt ra khỏi phạm vi của sáng chế.

Có thể hiểu một cách rõ ràng bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật rằng, nhằm mục đích mô tả thuận tiện và ngắn gọn, đối với quy trình làm việc chi tiết của hệ thống, thiết bị và bộ phận nêu trên có thể có thể thích hợp với quy trình tương ứng trong các phương án của phương pháp trên đây và các chi tiết ở đây không được mô tả lại.

Trong một loạt các phương án được nêu trong đơn, cần lưu ý rằng hệ thống, thiết bị và phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện theo cách khác. Ví dụ,

việc mô tả phương án về thiết bị chỉ nhằm mục đích minh họa. Ví dụ, sự phân chia đơn vị là chỉ là sự phân chia chức năng về mặt logic và có thể là sự phân chia khác trong khi thực hiện thực tế. Ví dụ, các bộ phận hoặc các chi tiết có thể được kết hợp hoặc tích hợp thành hệ thống khác, hoặc một số dấu hiệu có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các sự ghép nối với nhau hoặc các sự ghép nối trực tiếp hoặc các kết nối truyền thông được hiển thị hoặc được thảo luận có thể được thực hiện qua một số giao diện. Các ghép nối gián tiếp hoặc các kết nối truyền thông giữa các thiết bị hoặc các bộ phận có thể được thực hiện theo dạng điện tử, cơ khí, hoặc dạng khác.

Các bộ phận mô tả là các bộ phận riêng biệt có thể hoặc không thể riêng biệt về mặt vật lý và các bộ phận được hiển thị là các bộ phận có thể hoặc không thể là các bộ phận vật lý, có thể được bố trí ở một vị trí, hoặc có thể được phân bố trên một số bộ phận mạng. Một phần hoặc tất cả các bộ phận có thể được chọn theo nhu cầu thực tế để đạt được mục tiêu của giải pháp kỹ thuật theo các phương án.

Ngoài ra, các bộ phận chức năng theo các phương án của sáng chế có thể là được tích hợp thành một bộ phận xử lý, hoặc mỗi một bộ phận trong số các bộ phận có thể tồn tại riêng biệt về mặt vật lý, hoặc hai hoặc nhiều bộ phận được tích hợp thành một bộ phận.

Khi các chức năng được thực hiện có dạng bộ phận chức năng phần mềm và được bán hoặc sử dụng dưới dạng sản phẩm độc lập, các chức năng có thể được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ đọc được bằng máy tính. Trên cơ sở hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế đóng góp cơ bản hoặc một phần vào giải pháp kỹ thuật đã biết, hoặc một phần của các giải pháp kỹ thuật có thể được thực hiện ở dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm được lưu trữ trong phương tiện lưu trữ và bao gồm các lệnh khác nhau để lệnh cho thiết bị máy tính (mà có thể là máy tính cá nhân, máy chủ, hoặc thiết bị mạng) thực hiện tất cả hoặc một phần các bước của các phương pháp được mô tả theo các phương án của sáng chế. Phương tiện lưu trữ bao gồm phương tiện bất kỳ mà có thể lưu trữ mã chương trình, chẳng hạn như thẻ nhớ USB, ổ đĩa cứng tháo ra được, bộ nhớ chỉ

đọc (Read-Only Memory, ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), đĩa từ hoặc đĩa quang.

Phần mô tả nêu trên chỉ là phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, nhưng không giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Bất kỳ sự thay đổi hoặc thay thế dễ dàng thu được bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật với phạm vi kỹ thuật được bộ lộ trong sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Vì vậy, phạm vi bảo hộ của sáng chế chế được xác định trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

thu, bởi thiết bị đầu cuối từ trạm gốc, thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, và mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

chọn, bởi thiết bị đầu cuối đối với mỗi xử lý CSI trong số ít nhất một xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng dựa trên tài nguyên tín hiệu tham chiếu và các tài nguyên đo nhiễu được liên kết với mỗi xử lý CSI, trong đó ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai trong số ít nhất hai xử lý CSI tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W, và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V, và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P, ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W, và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai; và

gửi, bởi thiết bị đầu cuối tới trạm gốc, chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó ma trận tiền mã hóa W trong tập hợp con bảng mã thứ nhất là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, trong đó $P=\beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số của β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

5. Phương pháp truyền thông, phương pháp này bao gồm các bước:

gửi, bởi trạm gốc tới thiết bị đầu cuối, thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một

trong số ít nhất hai xử lý CSI, mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, và một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu được sử dụng để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng đối với xử lý CSI được liên kết với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W, và $W=\alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V, và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong tập hợp con bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P, ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W, và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai; và

thu, bởi trạm gốc từ thiết bị đầu cuối, chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), trong đó PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

$$\beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix},$$

$$\beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.$$

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó ma trận tiền mã hóa W trong tập hợp con bảng mã thứ nhất là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

7. Phương pháp theo điểm 5 hoặc 6, trong đó ma trận tiền mã hóa trong tập hợp con bảng mã thứ hai là P và $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số của β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

9. Thiết bị truyền thông, thiết bị này bao gồm:

phương tiện lưu trữ bao gồm các lệnh thực hiện được; và

bộ xử lý;

trong đó các lệnh thực hiện được, trong đó được thực hiện bởi bộ xử lý, khiến thiết bị:

thu thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, và mỗi trong số ít nhất hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu

tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu;

chọn, đối với mỗi xử lý CSI trong số ít nhất một xử lý CSI, ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng dựa trên tài nguyên tín hiệu tham chiếu và các tài nguyên đo nhiễu được liên kết với mỗi xử lý CSI, trong đó ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W, và $W = \alpha SV$, ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vector hàng từ ma trận V, và α là hằng số, ma trận tiền mã hóa trong tập hợp con bảng mã thứ hai là ma trận tiền mã hóa P, ma trận tiền mã hóa P khác với ma trận tiền mã hóa W, và bảng mã thứ nhất khác với bảng mã thứ hai;

gửi chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI) tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\
& \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}.
\end{aligned}$$

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó ma trận tiền mã hóa W trong tập hợp con bảng mã thứ nhất là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix}.$$

11. Thiết bị theo điểm 9 hoặc 10, trong đó $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số của β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

12. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, trong đó ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

13. Thiết bị truyền thông, thiết bị này bao gồm:

phương tiện lưu trữ bao gồm các lệnh thực hiện được; và

bộ xử lý;

trong đó các lệnh thực hiện được, trong đó được thực hiện bởi bộ xử lý, khiến thiết bị:

gửi thông tin cấu hình xử lý thông tin trạng thái kênh (CSI), trong đó thông tin cấu hình xử lý CSI chỉ báo ít nhất một trong số ít nhất hai xử lý CSI, mỗi trong số hai xử lý CSI được liên kết với cả một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, và một tài nguyên tín hiệu tham

chiều và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu được sử dụng để chọn ma trận tiền mã hóa từ bảng mã tương ứng đối với xử lý CSI được liên kết với một tài nguyên tín hiệu tham chiếu và một hoặc nhiều tài nguyên đo nhiễu, ít nhất hai xử lý CSI bao gồm xử lý CSI thứ nhất và xử lý CSI thứ hai, xử lý CSI thứ nhất tương ứng với bảng mã thứ nhất, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ nhất bằng 4, xử lý CSI thứ hai tương ứng với bảng mã thứ hai, số lượng công tín hiệu tham chiếu mà được liên kết với xử lý CSI thứ hai bằng 4, ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ nhất là ma trận tiền mã hóa W , và $W = \alpha SV$, trong đó ma trận V là ma trận $N \times v$, N là số lượng công tín hiệu tham chiếu, $v \leq N$, S là ma trận chọn hàng được sử dụng để chọn một hoặc nhiều vectơ hàng từ ma trận V , và α là hằng số, và ma trận tiền mã hóa trong bảng mã thứ hai khác với ma trận tiền mã hóa W , và bảng mã thứ nhất khác với ma trận tiền mã hóa W ;

thu chỉ báo ma trận tiền mã hóa (PMI), trong đó PMI tương ứng với ma trận tiền mã hóa được lựa chọn;

trong đó ma trận tiền mã hóa P trong bảng mã thứ hai là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\begin{aligned}
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix}, \\
 & \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -1 \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & j \end{bmatrix}, \quad \beta \cdot \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -j & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & -j \end{bmatrix},
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \\ 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \end{bmatrix}, \\ & \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & -1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}, \beta \cdot \frac{1}{\sqrt{6}} \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & j \\ 1 & 1 & 0 \\ -j & j & 0 \end{bmatrix}. \end{aligned}$$

14. Thiết bị theo điểm 13, trong đó ma trận tiền mã hóa W trong tập hợp con bảng mã thứ nhất là ít nhất một ma trận trong số các ma trận sau đây:

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -1 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ j \end{bmatrix}, \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}, \text{ và } \frac{1}{2} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \\ -j \end{bmatrix};$$

15. Thiết bị theo điểm 13 hoặc 14, trong đó $P = \beta U$, trong đó ma trận U là ma trận $N \times u$, $u \leq N$, β là hằng số, trị số của β cho phép P và W thỏa mãn $\|P\|_F = \|W\|_F$, và $\|\cdot\|_F$ là chuẩn Frobenius của ma trận.

16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 13 đến 15, trong đó ma trận V là ma trận tiền mã hóa trong bảng mã tương ứng với tám cổng anten của hệ thống đường xuống LTE R10.

1/9

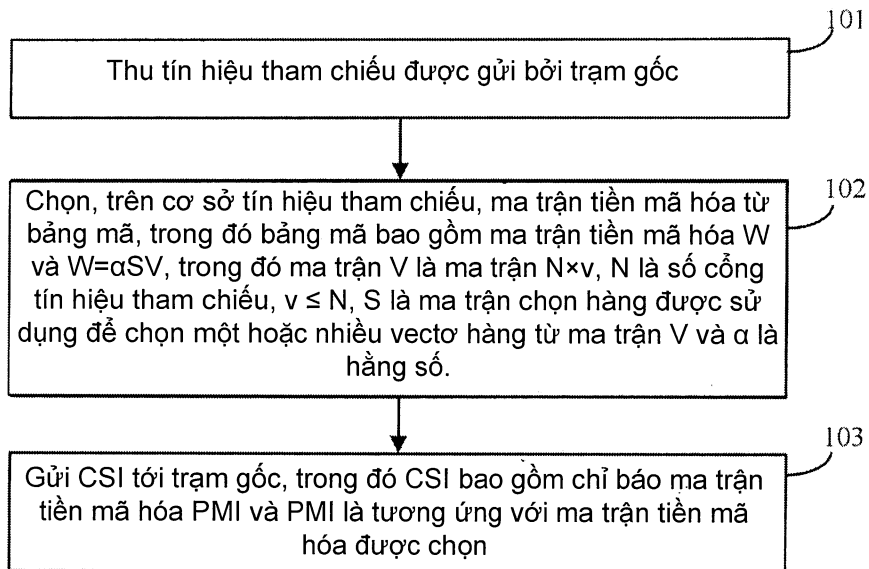


FIG. 1

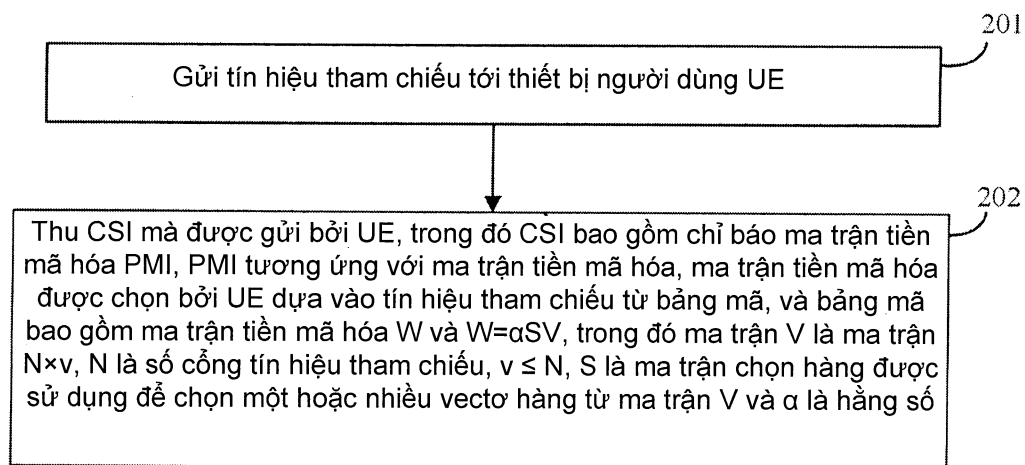


FIG. 2

2/9

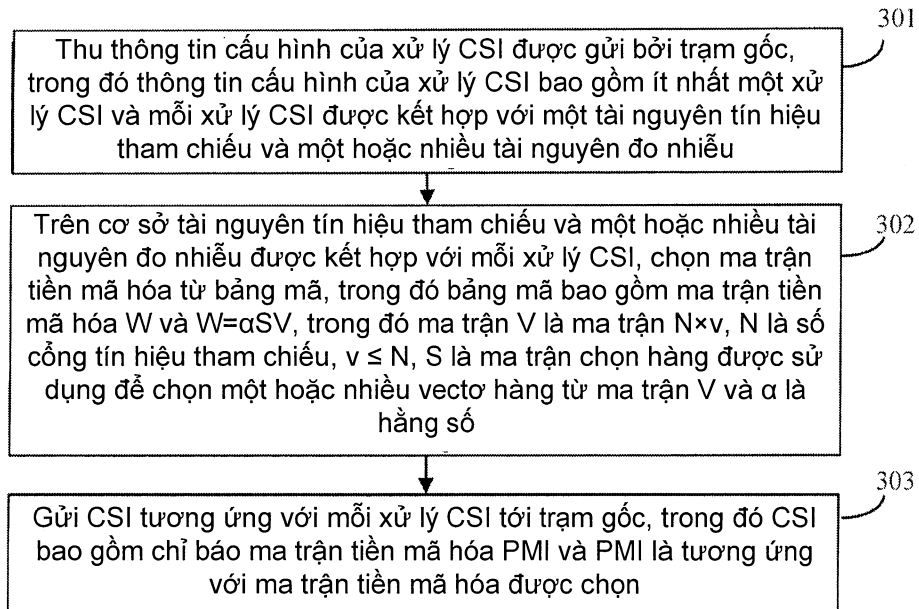


FIG. 3

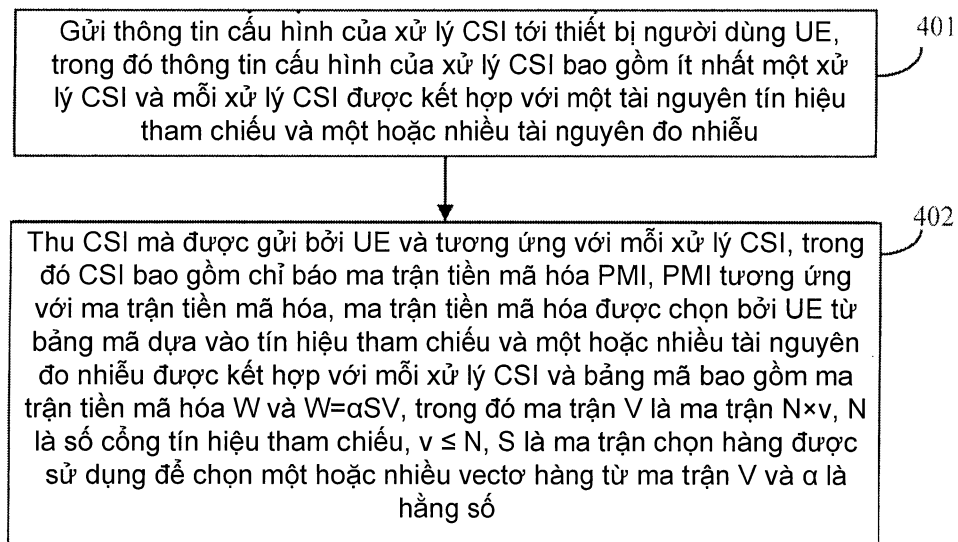


FIG. 4

3/9

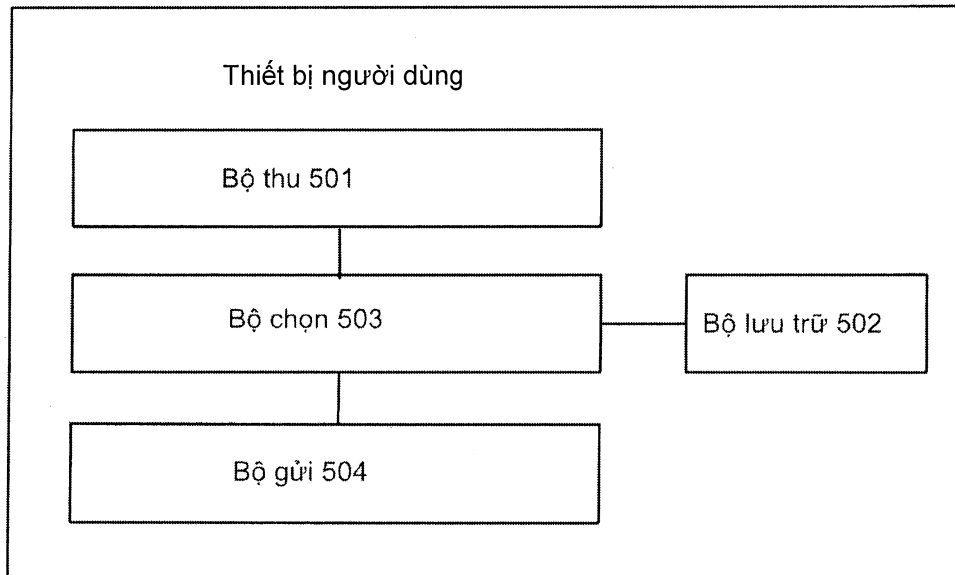


FIG. 5

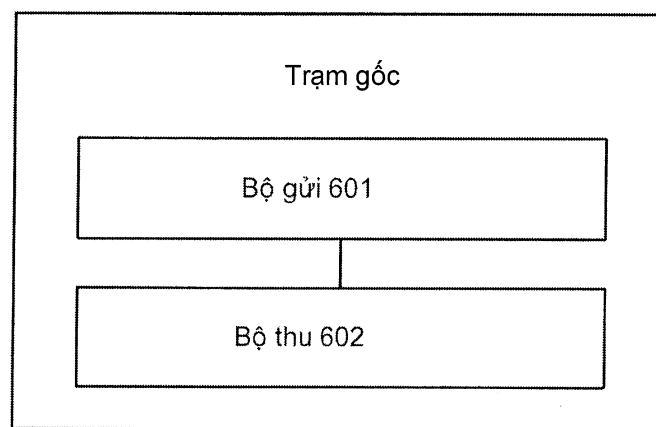


FIG. 6

4/9

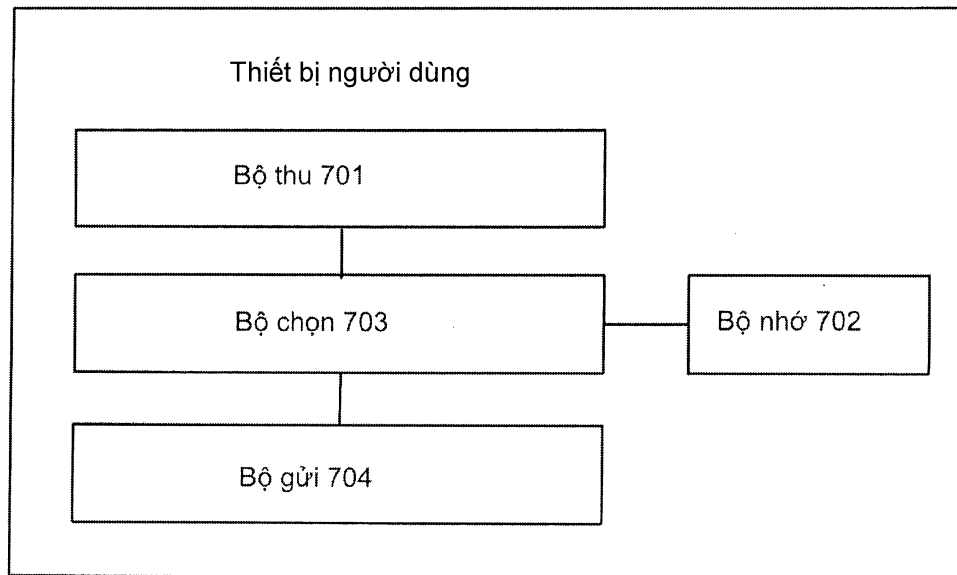


FIG. 7

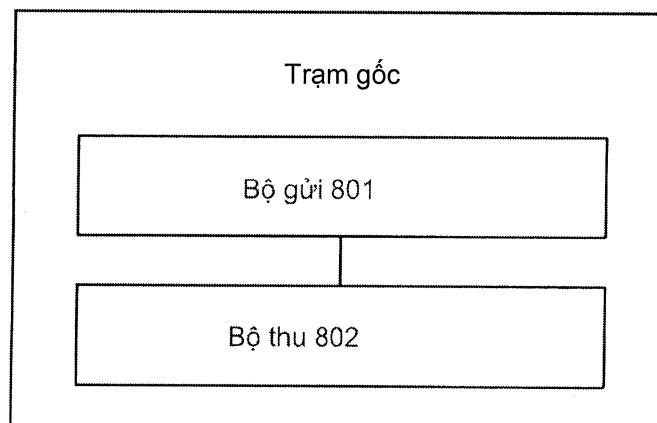


FIG. 8

5/9

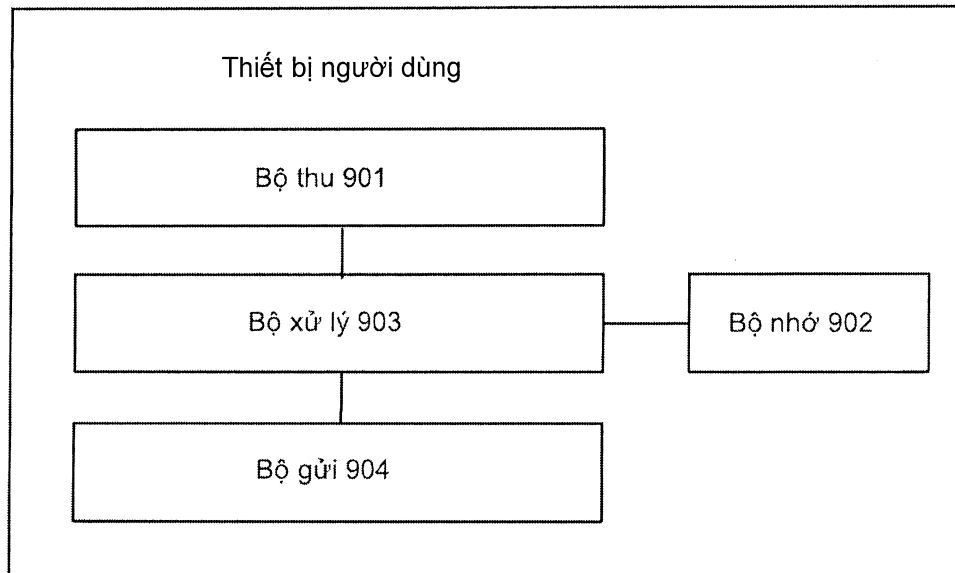


FIG. 9

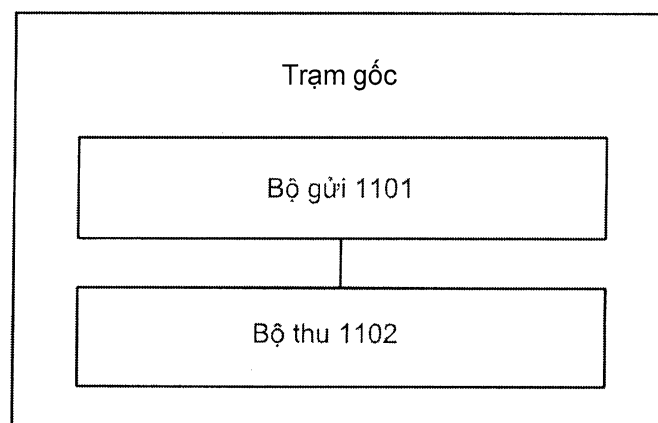


FIG. 10

6/9

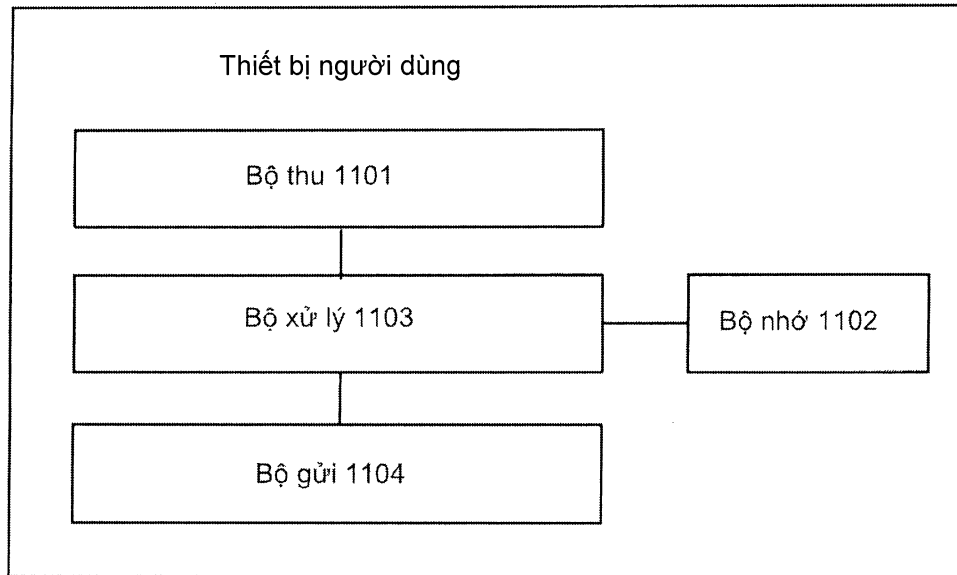


FIG. 11

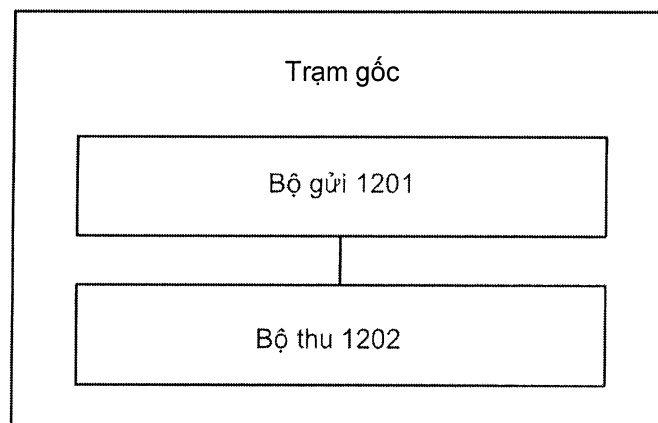


FIG. 12

7/9

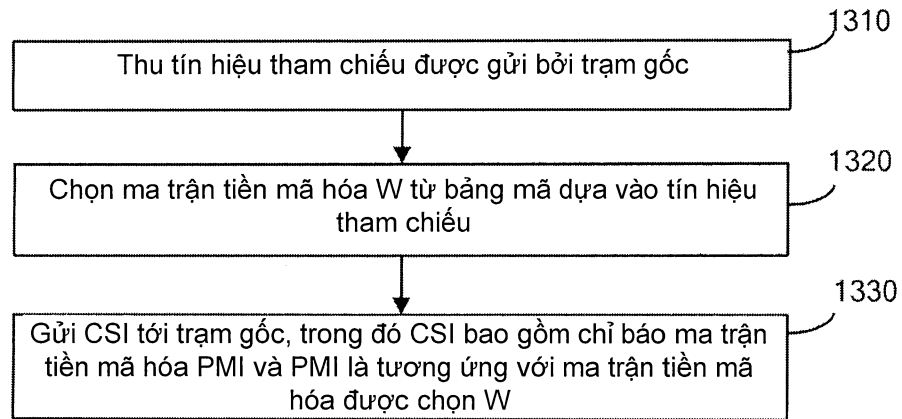


FIG. 13

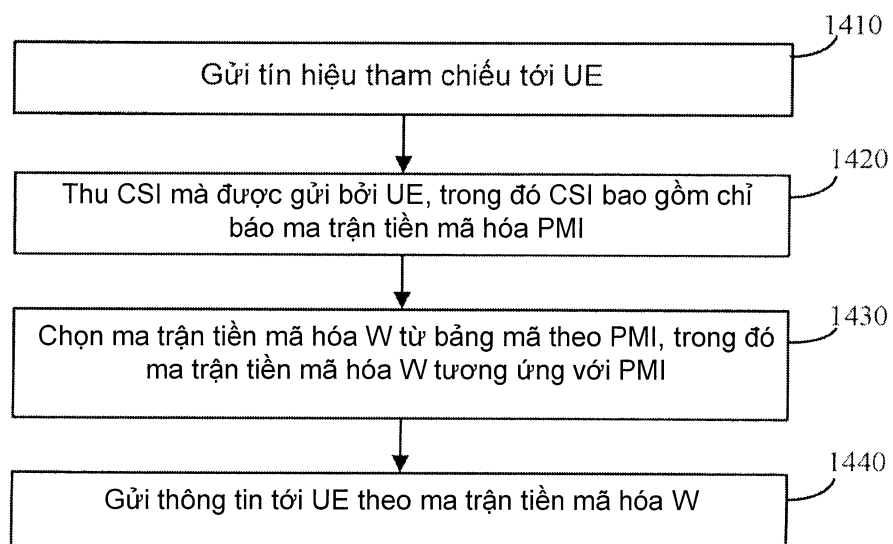


FIG 14

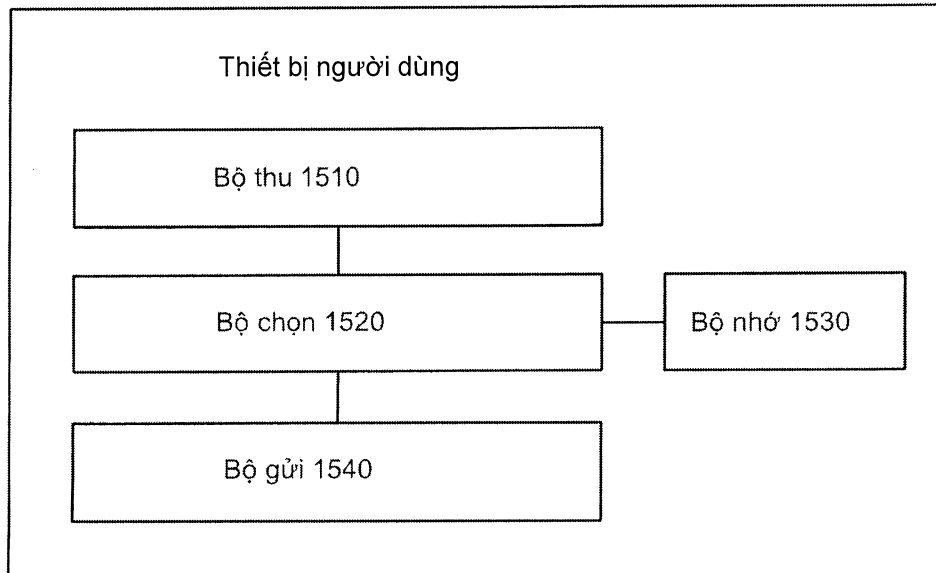


FIG. 15

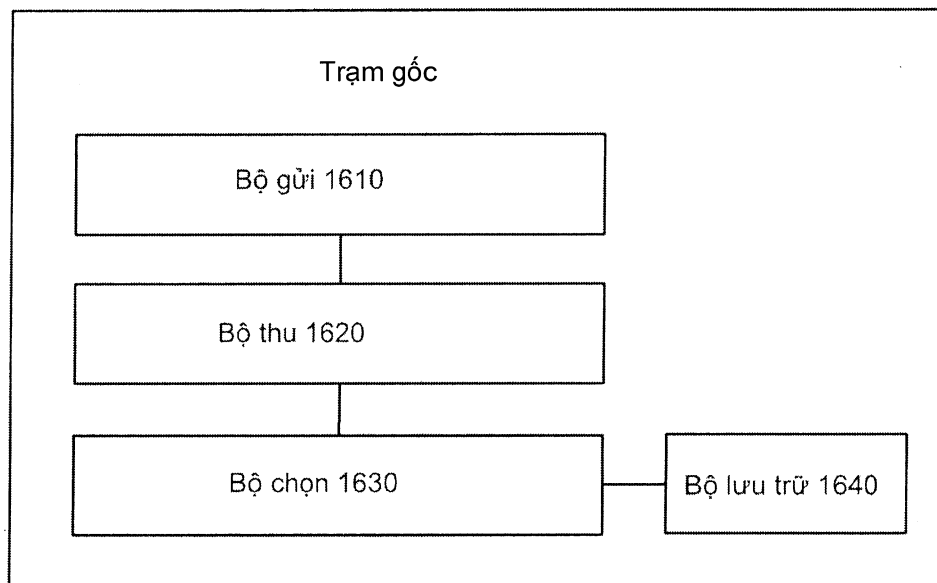


FIG. 16

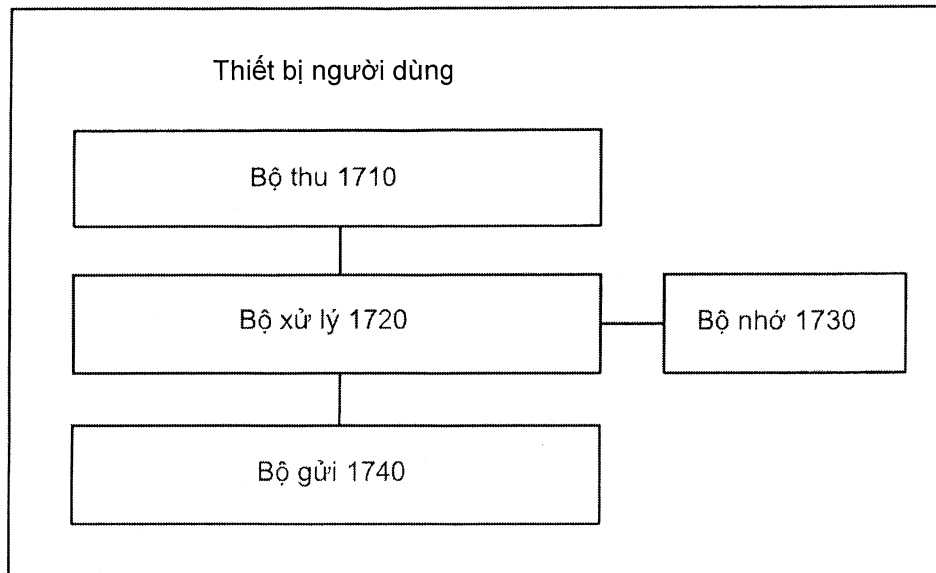


FIG. 17

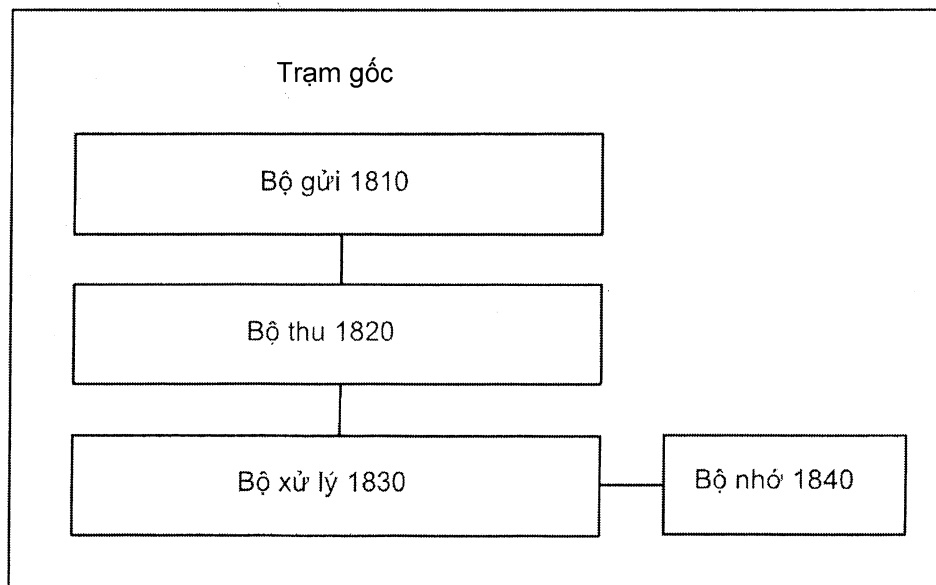


FIG. 18