



(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) 
1-0022730

(51)⁷ **H04L 1/06**

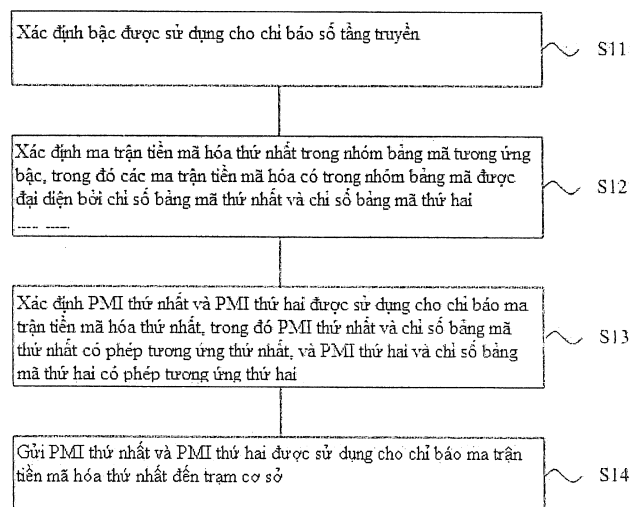
(13) **B**

(21) 1-2015-04351 (22) 04.06.2013
(86) PCT/CN2013/076735 04.06.2013 (87) WO2014/194479 11.12.2014
(45) 27.01.2020 382 (43) 25.04.2016 337
(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China
(72) WU, Qiang (CN), ZHANG, Leiming (CN), LIU, Jianghua (CN)
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) **PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN MA TRẬN TIỀN MÃ HÓA 4-ANTEN, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG, TRẠM CƠ SỞ, HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG VÀ VẬT LƯU TRỮ MÁY TÍNH ĐỌC ĐƯỢC**

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, thiết bị người dùng, và trạm cơ sở. Phương pháp này gồm: xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai; và gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở. Thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, thiết bị người dùng, và trạm cơ sở theo các phương án thực hiện sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và có thể đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

10



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực truyền thông, và cụ thể là, đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, thiết bị người dùng và trạm cơ sở trong lĩnh vực truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hệ thống vô tuyến nhiều đầu vào nhiều đầu ra (Multiple Input Multiple Output, viết tắt “MIMO”) có thể thu thập phân tập và độ khuếch đại mảng thông qua truyền tạo chùm tia (BeamForming, viết tắt “BF”)/tiền mã hóa và tiếp nhận tổ hợp tín hiệu. Vector tín hiệu được tiếp nhận bởi hệ thống đặc trưng sử dụng BF hoặc tiền mã hóa có thể được đại diện bằng phương trình (1) dưới đây:

$$\mathbf{y} = \mathbf{H} \mathbf{V} \mathbf{s} + \mathbf{n} \quad (1)$$

trong đó $\mathbf{y}$ đại diện vector tín hiệu được tiếp nhận, $\mathbf{H}$ đại diện ma trận kênh, $\mathbf{V}$ đại diện ma trận tiền mã hóa, $\mathbf{s}$ đại diện vector tín hiệu được truyền, và $\mathbf{n}$ đại diện nhiễu đo được.

Tiền mã hóa tối ưu thường yêu cầu rằng bộ truyền biết đầy đủ thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, viết tắt “CSI”). Phương pháp thông thường chính là thiết bị người dùng (User Equipment, viết tắt “UE”) số hóa CSI tức thời và phản hồi CSI đến nút B tiến hóa (evolved NodeB, viết tắt “eNB”). Trong bản phát hành 8 (R8) của hệ thống tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, viết tắt “LTE”) hiện tại, thông tin CSI được phản hồi bằng UE có thể gồm thông tin như bộ chỉ báo bậc (Rank Indicator, viết tắt “RI”), bộ chỉ báo ma trận tiền mã hóa (Precoding Matrix Indicator, viết tắt “PMI”), và bộ chỉ báo chất lượng kênh (Channel

Quality Indicator, viết tắt “CQI”), trong đó RI và PMI lần lượt chỉ báo số tầng và ma trận tiền mã hóa được sử dụng. Bảng mã của LTE R8 được thiết kế chủ yếu cho MIMO một người dùng (Single User MIMO, viết tắt “SU-MIMO”), trong đó ma trận tiền mã hóa hoặc từ mã cần thỏa mãn ràng buộc đánh tín hiệu dịch 8 pha (8 Phase Shift Keying, viết tắt “8PSK”), vốn giới hạn sự chính xác của việc lượng tử hóa không gian. Điều này giới hạn nghiêm trọng đối với hiệu năng cách thức truyền vốn nhạy cảm với độ chính xác của việc lượng tử hóa không gian, như MIMO nhiều người dùng (Multiple User MIMO, viết tắt “MU-MIMO”).

Để thỏa mãn yêu cầu hệ thống cao hơn, hệ thống LTE dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, viết tắt “3GPP”) cần tăng cường hơn hiệu năng MU-MIMO; ngoài ra, công nghệ truyền đa điểm phối hợp (Coordinated Multi-Point, viết tắt “CoMP”) còn được đưa vào hệ thống này. Hiện tại, công nghệ CoMP dựa trên phản hồi một tế bào; do vậy, cả hai hệ thống nêu trên đặt ra các yêu cầu cao hơn về hiệu năng phản hồi. Do dung lượng kênh phản hồi bị giới hạn, kích thước của nhóm bảng mã cũng bị giới hạn, vốn đặt ra các yêu cầu cao hơn trong việc thiết kế bảng mã.

Hệ thống R8 3GPP sử dụng một bảng mã, trong đó ma trận tiền mã hóa được chỉ báo bởi RI và PMI. Với hệ thống 4-anten, các phép tương ứng giữa các RI, các PMI, và các từ mã trong bảng mã được thể hiện trong Bảng 1 dưới đây:

Bảng 1

P MI	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(1234)}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(1234)}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(3214)}$

P MI	u_n	RI			
		1	2	3	4
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(3214)}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(1234)}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(1234)}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(1324)}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(1324)}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(1234)}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(1234)}$
0	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(1324)}$
1	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(1324)}$
2	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(1234)}$
3	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(1324)}$
4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(3214)}$
5	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(1234)}$

trong đó $W_n^{(s)}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, I là ma trận đơn vị 4×4 , và u_n được cho trước trong Bảng 1 nêu trên.

Trong bảng mã của hệ thống R8, với ma trận tiền mã hóa có bậc (Rank) bằng 1, các ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bằng từ 0 đến 7 là các vector biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform, viết tắt “DFT”), trong đó các vector DFT này được có thể áp dụng được cho anten

mảng tuyến tính đồng nhất (Uniform Linear Array, viết tắt “ULA”). Vector DFT chỉ báo ma trận tiền mã hóa Tx1, và vector DFT v thường có dạng được thể hiện trong phương trình (2):

$$v = [1 \quad e^{j2\pi m/N} \quad \dots \quad e^{j2\pi(T-2)m/N} \quad e^{j2\pi(T-1)m/N}]^T \quad (2),$$

trong đó N và m là các số nguyên, $N = 2^x$, trong đó x là số nguyên không âm, tức là, N bằng 2 được nâng lên lũy thừa x , và phần tử t^{th} của vector DFT v bằng $e^{j2\pi(t-1)m/N}$ ($t = 1, 2, \dots, T$).

Trong bản phát hành 10 (R10) của hệ thống LTE 3GPP, bảng mã được sử dụng bởi hệ thống anten 8 được tạo bởi hai nhóm vector DFT v_m , và hai nhóm vector DFT có độ lệch pha φ_n , trong đó các vector DFT v_m và độ lệch pha được đại diện bởi phương trình (3) dưới đây:

$$v_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32} \quad e^{j4\pi m/32} \quad e^{j6\pi m/32}]^T, \quad \varphi_n = e^{j\pi n/2} \quad (3)$$

Phần dưới đây đề cập đến cấu trúc bảng mã của hệ thống 8 anten. Cấu trúc bảng mã được thiết kế cho anten lưỡng cực. Bảng 2 thể hiện bảng mã 8 anten khi bậc bằng 1 (tức là, số tầng truyền là một tầng), Bảng 3 thể hiện bảng mã 8 anten khi bậc bằng 2 (tức là, số tầng truyền là hai tầng), Bảng 4 thể hiện bảng mã 8 anten khi bậc bằng 3 (tức là, số tầng truyền là ba tầng), và Bảng 5 thể hiện bảng mã 8 anten khi bậc bằng 4 (tức là, số tầng truyền là bốn tầng).

Bảng 2

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0 -15	$W_{2i_1,0}^{(1)}$	$W_{2i_1,1}^{(1)}$	$W_{2i_1,2}^{(1)}$	$W_{2i_1,3}^{(1)}$	$W_{2i_1+1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1}^{(1)}$	$W_{2i_1+1}^{(1)}$
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0 -15	$W_{2i_1+2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2}^{(1)}$	$W_{2i_1+2}^{(1)}$	$W_{2i_1+3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3}^{(1)}$	$W_{2i_1+3}^{(1)}$

trong đó,
$$W_{m,n}^{(1)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_n v_m \end{bmatrix}$$

Bảng 3

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0 -15	$W_{2i_1, 2i_1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1, 1}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0 -15	$W_{2i_1+2, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+2, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+3, 2i_1+}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0 -15	$W_{2i_1, 2i_1+1, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+1,}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0 -15	$W_{2i_1, 2i_1+3, 0}^{(2)}$	$W_{2i_1, 2i_1+3,}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$	$W_{2i_1+1, 2i_1+}^{(2)}$
trong đó, $W_{m,m',n}^{(2)} = \frac{1}{4} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$				

Bảng 4

	i_2			
	0	1	2	3
0 -3	$W_{8i_1, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$W_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1+8}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1, 8i_1+8, 8i_1+8}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+8, 8i_1, 8i_1}^{(3)}$
	i_2			
	4	5	6	7
0 -3	$W_{8i_1+2, 8i_1+2, 8i_1+}^{(3)}$	$W_{8i_1+10, 8i_1+2, 8i_1+}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+2, 8i_1+10, 8i_1+}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+10, 8i_1+2, 8i_1+}^{(3)}$

	i_2			
	8	9	10	11
$\begin{matrix} 0 \\ -3 \end{matrix}$	$W_{8i_1+4,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$	$W_{8i_1+12,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+4,8i_1+12,8i_1}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+12,8i_1+4,8i_1}^{(3)}$
	i_2			
	12	13	14	15
$\begin{matrix} 0 \\ -3 \end{matrix}$	$W_{8i_1+6,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$	$W_{8i_1+14,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+6,8i_1+14,8i_1}^{(3)}$	$\tilde{W}_{8i_1+14,8i_1+6,8i_1}^{(3)}$
trong đó,				
$W_{m,m',m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & -v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}, \quad \tilde{W}_{m,m',m''}^{(3)} = \frac{1}{\sqrt{24}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_{m''} \\ v_m & v_{m'} & -v_{m''} \end{bmatrix}$				

Bảng 5

i_1	i_2			
	0	1	2	3
$\begin{matrix} 0 \\ -3 \end{matrix}$	$W_{8i_1,8i_1+8,0}^{(4)}$	$W_{8i_1,8i_1+8,1}^{(4)}$	$W_{8i_1+2,8i_1+1}^{(4)}$	$W_{8i_1+2,8i_1+2}^{(4)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
$\begin{matrix} 0 \\ -3 \end{matrix}$	$W_{8i_1+4,8i_1+1}^{(4)}$	$W_{8i_1+4,8i_1+2}^{(4)}$	$W_{8i_1+6,8i_1+1}^{(4)}$	$W_{8i_1+6,8i_1+2}^{(4)}$
trong đó,				
$W_{m,m',n}^{(4)} = \frac{1}{\sqrt{32}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} & v_m & v_{m'} \\ \varphi_n v_m & \varphi_n v_{m'} & -\varphi_n v_m & -\varphi_n v_{m'} \end{bmatrix}$				

Chỉ số của ma trận tiền mã hóa 8 anten có thể được đại diện bằng chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 ; với bảng mã 8 anten có bậc bằng 1, cả chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 cần được đại diện bằng bốn bit. Để tiết kiệm tổng phí của tài nguyên phản hồi, PMI có thể được đại diện bằng bốn bit. Điều này yêu cầu rằng việc lấy mẫu phụ (subsampling) được thực hiện trên PMI hoặc

bảng mã 8 anten, trong đó bảng mã lấy mẫu ở chế độ con 2 của chế độ kênh điều khiển liên kết lên vật lý (Physical Uplink Control Channel, viết tắt “PUCCH”) 1-1 của hệ thống 8 anten được thể hiện trong Bảng 6:

Bảng 6

RI	PMI thứ nhất I_{PMI1}	Chỉ số bảng mã thứ nhất i_1	PMI thứ hai I_{PMI2}	Chỉ số bảng mã thứ hai i_2	Tổng số bit
1	0–7	$2I_{PMI1}$	0–1	$2I_{PMI2}$	4
2	0–7	$2I_{PMI1}$	0–1	I_{PMI2}	4
3	0–1	$2I_{PMI1}$	0–7	$4\lfloor I_{PMI2}/4 \rfloor + I_{PMI2}$	4
4	0–1	$2I_{PMI1}$	0–7	I_{PMI2}	4
5	0–3	I_{PMI1}	0	0	2
6	0–3	I_{PMI1}	0	0	2
7	0–3	I_{PMI1}	0	0	2
8	0	0	0	0	0

Với bảng mã 4-anten được tăng cường, để cải thiện hiệu năng hệ thống mà không tăng độ phức tạp của việc thiết kế và phản hồi bảng mã, giải pháp thiết kế cấu trúc bảng mã của hệ thống 8 anten có thể được sử dụng, và chỉ số của ma trận tiền mã hóa cũng có thể được đại diện bằng chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 . Để tiết kiệm tổng phí của tài nguyên phản hồi, PMI cũng có thể được đại diện bằng bốn bit; điều này cũng yêu cầu rằng việc lấy mẫu phụ (subsampling) được thực hiện trên PMI hoặc bảng mã 4-anten.

Tuy nhiên, với bảng mã 4-anten mới nhất được sử dụng bởi hệ thống LTE 3GPP, khi chế độ này là chế độ con 2 của chế độ PUCCH 1-1, sau khi việc lấy mẫu phụ được thực hiện trên bảng mã theo bảng lấy mẫu phụ 8 anten được thể hiện trong Bảng 6, khi bậc bằng 1, ma trận tiền mã hóa chỉ có hai vector DFT. Tuy nhiên, bảng mã 4-anten của hệ thống R8 có tám vector DFT. Do vậy, khi anten được cấu hình là anten ULA, đối với

bảng mã 4-anten tăng cường ở chế độ con 2 của chế độ PUCCH 1-1, các ma trận tiền mã hóa có thể áp dụng cho anten ULA nhỏ hơn các ma trận tiền mã hóa của hệ thống R8, và do vậy rất khó làm suy giảm hiệu năng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, thiết bị người dùng và trạm cơ sở, có thể chỉ báo nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi.

Khía cạnh thứ nhất đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai; và gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của

khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-15	$W_{i_1,i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,1}^{(2)}$

i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16,i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1+8,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+16,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1+24,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1,i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16,i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15

0-15	$\tilde{W}_{i_1+16,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16,i_1,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24,i_1+8,0}^{(2)}$
------	------------------------------	------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m', và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5

5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1} + 8$	I_{PMI2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1} + 1$	I_{PM2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ nhất hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ nhất, khi bậc được xác định bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Khía cạnh thứ hai đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng bậc, và các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; xác định giá trị được mã hóa chung tương ứng bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa chung và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai; và gửi giá trị được mã hóa chung đến

trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ hai, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 & -\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ j\mathbf{Y}_1 & -j\mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vectơ cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ hai, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ hai, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Khía cạnh thứ ba đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; xác định PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai; và gửi PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được xác định bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai

tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a, chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a+8, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Theo khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ ba, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ ba hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ ba, khi bậc được xác định bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ ba hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ ba, khi bậc được xác định bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã từ 0 đến 3 trong Bảng G; hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã từ 4 đến 7 trong

Bảng G; hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong
Bảng G,**Bảng G**

C hỉ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{\{1\}}$	$W_0^{\{14\}} / \sqrt{}$	$W_0^{\{124\}} / \sqrt{}$	$W_0^{\{1234\}}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{\{1\}}$	$W_1^{\{12\}} / \sqrt{}$	$W_1^{\{123\}} / \sqrt{}$	$W_1^{\{1234\}}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{\{1\}}$	$W_2^{\{12\}} / \sqrt{}$	$W_2^{\{123\}} / \sqrt{}$	$W_2^{\{3214\}}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{\{1\}}$	$W_3^{\{12\}} / \sqrt{}$	$W_3^{\{123\}} / \sqrt{}$	$W_3^{\{3214\}}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{\{1\}}$	$W_4^{\{14\}} / \sqrt{}$	$W_4^{\{124\}} / \sqrt{}$	$W_4^{\{1234\}}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{\{1\}}$	$W_5^{\{14\}} / \sqrt{}$	$W_5^{\{124\}} / \sqrt{}$	$W_5^{\{1234\}}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{\{1\}}$	$W_6^{\{13\}} / \sqrt{}$	$W_6^{\{134\}} / \sqrt{}$	$W_6^{\{1324\}}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{\{1\}}$	$W_7^{\{13\}} / \sqrt{}$	$W_7^{\{134\}} / \sqrt{}$	$W_7^{\{1324\}}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{\{1\}}$	$W_8^{\{12\}} / \sqrt{}$	$W_8^{\{124\}} / \sqrt{}$	$W_8^{\{1234\}}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{\{1\}}$	$W_9^{\{14\}} / \sqrt{}$	$W_9^{\{134\}} / \sqrt{}$	$W_9^{\{1234\}}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{\{1\}}$	$W_{10}^{\{13\}} / \sqrt{}$	$W_{10}^{\{123\}} / \sqrt{}$	$W_{10}^{\{1324\}}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{\{1\}}$	$W_{11}^{\{13\}} / \sqrt{}$	$W_{11}^{\{134\}} / \sqrt{}$	$W_{11}^{\{1324\}}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{\{1\}}$	$W_{12}^{\{12\}} / \sqrt{}$	$W_{12}^{\{123\}} / \sqrt{}$	$W_{12}^{\{1234\}}$

C hỉ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
1 3	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{\{1\}}$	$W_{13}^{\{13\}} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{\{123\}} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{\{1324\}} / \sqrt{2}$
1 4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{\{1\}}$	$W_{14}^{\{13\}} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{\{123\}} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{\{3214\}} / \sqrt{2}$
1 5	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{\{1\}}$	$W_{15}^{\{12\}} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{\{123\}} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{\{1234\}} / \sqrt{2}$

trong đó $W_n^{\{s\}}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Khía cạnh thứ tư đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: tiếp nhận bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, PMI thứ nhất, và PMI thứ hai được gửi bởi thiết bị người dùng; và xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ nhất và PMI thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15; \quad \text{và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ tư, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+9}^{(1)}$	$W_{i_1+10}^{(1)}$	$W_{i_1+11}^{(1)}$	$W_{i_1+12}^{(1)}$	$W_{i_1+13}^{(1)}$	$W_{i_1+14}^{(1)}$	$W_{i_1+15}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3

0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			

	12	13	14	15
0-15	$\tilde{W}_{i_1, i_1+16,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16, i_1,0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24, i_1+8,0}^{(2)}$

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tư hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3

5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PM1}	$i_1 = I_{PM1} + 8$	I_{PM2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
-----------	------------------	-----------	-------

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1} + 1$	I_{PM2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tư hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ tư, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Khía cạnh thứ năm đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: tiếp nhận giá trị được mã hóa chung được gửi bởi thiết bị người dùng; và xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa chung, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng

một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng bậc, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ năm, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ năm, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ năm, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ năm, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ năm hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ năm, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ năm, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0-7	1	$I_{RI/PMI1}$
8-15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ năm hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ năm, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ năm, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Khía cạnh thứ sáu đề cập đến phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, trong đó phương pháp gồm các bước: tiếp nhận PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền được gửi bởi thiết bị người dùng; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được tiếp nhận bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất

tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Theo khía cạnh thứ sáu, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ sáu, khi bậc được tiếp nhận bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ sáu, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ sáu, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i

bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ sáu hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ sáu, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ sáu hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ sáu, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ sáu, khi bậc được tiếp nhận bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G; hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G; hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong
Bảng G,

Bảng G

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{\{1\}}$	$W_0^{\{14\}} / \sqrt{\quad}$	$W_0^{\{124\}} / \sqrt{\quad}$	$W_0^{\{1234\}}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{\{1\}}$	$W_1^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_1^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_1^{\{1234\}}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{\{1\}}$	$W_2^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_2^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_2^{\{3214\}}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{\{1\}}$	$W_3^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_3^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_3^{\{3214\}}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{\{1\}}$	$W_4^{\{14\}} / \sqrt{\quad}$	$W_4^{\{124\}} / \sqrt{\quad}$	$W_4^{\{1234\}}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{\{1\}}$	$W_5^{\{14\}} / \sqrt{\quad}$	$W_5^{\{124\}} / \sqrt{\quad}$	$W_5^{\{1234\}}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{\{1\}}$	$W_6^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_6^{\{134\}} / \sqrt{\quad}$	$W_6^{\{1324\}}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{\{1\}}$	$W_7^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_7^{\{134\}} / \sqrt{\quad}$	$W_7^{\{1324\}}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{\{1\}}$	$W_8^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_8^{\{124\}} / \sqrt{\quad}$	$W_8^{\{1234\}}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{\{1\}}$	$W_9^{\{14\}} / \sqrt{\quad}$	$W_9^{\{134\}} / \sqrt{\quad}$	$W_9^{\{1234\}}$
0 1	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{\{1\}}$	$W_{10}^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{10}^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{10}^{\{1324\}}$
1	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{\{1\}}$	$W_{11}^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{11}^{\{134\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{11}^{\{1324\}}$
1 2	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{\{1\}}$	$W_{12}^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{12}^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{12}^{\{1234\}}$
1 3	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{\{1\}}$	$W_{13}^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{13}^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{13}^{\{1324\}}$
1 4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{\{1\}}$	$W_{14}^{\{13\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{14}^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{14}^{\{3214\}}$
1	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{\{1\}}$	$W_{15}^{\{12\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{15}^{\{123\}} / \sqrt{\quad}$	$W_{15}^{\{1234\}}$

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
5					

trong đó $W_n^{(s)}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Khía cạnh thứ bảy đề cập đến thiết bị người dùng, trong đó thiết bị người dùng gồm: môđun xác định, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai; và môđun gửi, được cấu hình để gửi, đến trạm cơ sở, PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và được xác định bởi môđun xác định, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của

khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vectơ cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vectơ cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ bảy, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3

0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{W}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ bảy hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1} + 8$	I_{PMI2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2

1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6

5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ bảy hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ bảy, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ bảy, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Khía cạnh thứ tám đề cập đến thiết bị người dùng, trong đó thiết bị người dùng gồm: môđun xác định, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng bậc, và các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định giá trị được mã hóa chung tương ứng bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa chung và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai; và môđun gửi, được cấu hình để gửi giá trị được mã hóa chung được xác định bởi môđun xác định đến trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong} \quad \text{đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n=0,1,\dots,15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ tám, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tám, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ tám, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ tám, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ tám hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ tám, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ tám, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ tám hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ tám, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ tám, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Khía cạnh thứ chín đề cập đến thiết bị người dùng, trong đó thiết bị người dùng gồm: môđun xác định, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai; và môđun gửi, được cấu hình để gửi, đến trạm cơ sở, PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và được xác định bởi môđun xác định, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Theo khía cạnh thứ chín, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ chín, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ chín, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ chín, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ chín hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ chín, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ chín, khi

bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ chín hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ chín, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ chín, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C	u_n	RI
---	-------	----

hĩ số bảng mã		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{}$	$W_0^{(1234)} / \sqrt{}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{}$	$W_1^{(1234)} / \sqrt{}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{}$	$W_2^{(3214)} / \sqrt{}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{}$	$W_3^{(3214)} / \sqrt{}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{}$	$W_4^{(1234)} / \sqrt{}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{}$	$W_5^{(1234)} / \sqrt{}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{}$	$W_6^{(1324)} / \sqrt{}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{}$	$W_7^{(1324)} / \sqrt{}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{}$	$W_8^{(1234)} / \sqrt{}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{}$	$W_9^{(1234)} / \sqrt{}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{10}^{(1324)} / \sqrt{}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{}$	$W_{11}^{(1324)} / \sqrt{}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{12}^{(1234)} / \sqrt{}$
13	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{13}^{(1324)} / \sqrt{}$
14	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{14}^{(3214)} / \sqrt{}$
15	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{15}^{(1234)} / \sqrt{}$

trong đó $W_n^{(s)}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Khía cạnh thứ mười đề cập đến trạm cơ sở, trong đó trạm cơ sở gồm: môđun tiếp nhận, được cấu hình để tiếp nhận bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, PMI thứ nhất, và PMI thứ hai được gửi bởi thiết bị người dùng; và môđun xác định, được cấu hình để xác định, theo PMI thứ nhất và PMI thứ hai được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, ma trận tiền mã

hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ mười, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa U1 và U2, trong đó các ma trận tiền mã hóa U1 và U2 được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i), \quad i = (n \bmod 4) + 1, \quad \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}, \text{ và } A \text{ là hằng số.}$$

Theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i,0}^{(1)}$	$W_{i,1}^{(1)}$	$W_{i,2}^{(1)}$	$W_{i,3}^{(1)}$	$W_{i+8}^{(1)}$	$W_{i+4}^{(1)}$	$W_{i+8}^{(1)}$	$W_{i+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							

	8	9	10	11	12	13	14	15
0 -15	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0-15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0-15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0-15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{\tilde{W}}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ mười hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1} + 8$	I_{PMI2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12

3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PMI1}	$i_1 = 2^{I_{PMI1}}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ mười hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ năm của khía cạnh thứ mười, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ mười, khi bậc được tiếp nhận bởi mô đun tiếp nhận bằng 2, khoảng giá trị n có

thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Khía cạnh thứ mười một đề cập đến trạm cơ sở, trong đó trạm cơ sở gồm: môđun tiếp nhận, được cấu hình để tiếp nhận giá trị được mã hóa chung được gửi bởi thiết bị người dùng; và môđun xác định, được cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa chung được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng bậc, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Theo khía cạnh thứ mười một, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ mười một, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vectơ cột có

chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười một, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ mười một, khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vectơ cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười một hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ mười một, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ mười một, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện

bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ mười một hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ mười một, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ mười một, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Khía cạnh thứ mười hai đề cập đến trạm cơ sở, trong đó trạm cơ sở gồm: môđun tiếp nhận, được cấu hình để tiếp nhận PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền được gửi bởi thiết bị người dùng; môđun xác định, được cấu hình để xác định, theo PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ nhất được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương

trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được tiếp nhận bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Theo khía cạnh thứ mười hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ mười hai, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ mười hai, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo khía cạnh thứ mười hai hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ mười hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ mười hai, khi bậc được tiếp nhận bởi mô đun tiếp nhận bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0-3	0-7	$2 \times I_{PMI2}$
	8-15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0-3	0-7	$2 \times I_{PMI2}$
	8-15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo khía cạnh thứ mười hai hoặc cách thức triển khai khả thi bất kỳ của các cách thức triển khai khả thi từ thứ nhất đến thứ hai của khía cạnh thứ mười hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ mười hai, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(1234)}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(1234)}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(3214)}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(3214)}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(1234)}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(1234)}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(1324)}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(1324)}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(1234)}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(1234)}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(1324)}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(1324)}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(1234)}$

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
2					
1 3	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{\{1\}}$	$W_{13}^{\{13\}} /$	$W_{13}^{\{123\}} /$	$W_{13}^{\{1324\}} /$
1 4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{\{1\}}$	$W_{14}^{\{13\}} /$	$W_{14}^{\{123\}} /$	$W_{14}^{\{3214\}} /$
1 5	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{\{1\}}$	$W_{15}^{\{12\}} /$	$W_{15}^{\{123\}} /$	$W_{15}^{\{1234\}} /$

trong đó $W_n^{\{s\}}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Dựa trên các giải pháp kỹ thuật nêu trên, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten, và thiết bị người dùng và trạm cơ sở theo các phương án thực hiện sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và có thể đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để mô tả các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế rõ ràng hơn, phần dưới đây giới thiệu vắn tắt các hình vẽ đi kèm cần để mô tả các phương án thực hiện sáng chế. Rõ ràng là, các hình vẽ đi kèm trong phần mô tả dưới đây chỉ thể hiện một số phương án thực hiện sáng chế, và người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực vẫn có thể suy ra các hình vẽ khác từ các hình vẽ đi kèm này mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 là lưu đồ của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten

theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2 là lưu đồ khác của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ khác nữa của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ khác của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.6 là lưu đồ khác nữa của phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

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

Fig.8 là sơ đồ khối khác của thiết bị người dùng theo phương án thực hiện sáng chế;

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

Fig.10 là sơ đồ khối của trạm cơ sở theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ khối khác của trạm cơ sở theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.12 là sơ đồ khối khác nữa của trạm cơ sở theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ khối của thiết bị người dùng theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.14 là sơ đồ khối khác của thiết bị người dùng theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

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

Fig.16 là sơ đồ khối của trạm cơ sở theo phương án thực hiện khác của sáng chế;

Fig.17 là sơ đồ khối khác của trạm cơ sở theo phương án thực hiện khác của sáng chế; và

Fig.18 là sơ đồ khối khác nữa của trạm cơ sở theo phương án thực hiện khác của sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Phần dưới đây mô tả rõ ràng và đầy đủ các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế Theo các hình vẽ đi kèm theo các phương án thực hiện sáng chế. Rõ ràng là, các phương án thực hiện được mô tả là một phần thay vì tất cả các phương án thực hiện sáng chế. Tất cả các phương án thực hiện khác thu được bởi người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực dựa trên các phương án thực hiện sáng chế không cần nỗ lực sáng tạo sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Nên hiểu rằng, các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được áp dụng cho các hệ thống truyền thông khác nhau, như: hệ thống truyền thông di động toàn cầu (Global System of Mobile communication, viết tắt “GSM”), hệ thống đa truy nhập phân chia mã (Code Division Multiple Access, viết tắt “CDMA”), hệ thống đa truy nhập phân chia mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access, viết tắt “WCDMA”), dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp (General Packet Radio Service, viết tắt “GPRS”), hệ thống tiến hóa dài hạn (Long Term Evolution, viết tắt “LTE”), hệ thống song công phân chia tần số LTE (Frequency Division Duplex, viết tắt “FDD”), song công phân chia thời gian LTE (Time Division Duplex, viết tắt “TDD”), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunication System, viết tắt “UMTS”), hệ thống truyền thông liên tác toàn cầu cho truy nhập vi sóng (Worldwide Interoperability for Microwave Access, viết tắt “WiMAX”) hoặc hệ thống tương tự.

Cũng nên hiểu rằng theo các phương án thực hiện sáng chế, thiết bị người dùng (User equipment, viết tắt “UE”) có thể được gọi là thiết bị đầu cuối (Terminal), trạm di động (Mobile Station, viết tắt “MS”), thiết bị đầu cuối di động (Mobile Terminal), và thiết bị tương tự. Thiết bị người dùng có thể truyền thông với một hoặc nhiều mạng lõi thông qua mạng truy nhập không dây (Radio Access Network, viết tắt “RAN”). Chẳng hạn, thiết bị người dùng có thể là điện thoại di động (còn được gọi là điện thoại “tế bào”) hoặc máy tính có thiết bị đầu cuối di động. Chẳng hạn, thiết bị người dùng cũng có thể là thiết bị di động gắn trên xe, tích hợp sẵn trong máy tính, cầm tay, đút túi, hoặc mang đi được vốn trao đổi thoại và/hoặc dữ liệu với RAN.

Theo các phương án thực hiện sáng chế, trạm cơ sở có thể là trạm thu phát cơ sở (Base Transceiver Station, viết tắt “BTS”) trong GSM hoặc CDMA, hoặc có thể là nút B (NodeB, viết tắt “NB”) trong WCDMA, hoặc có thể là nút B tiến hóa (evolved Node B, viết tắt “eNB” hoặc “e-NodeB”) trong LTE, vốn không bị giới hạn theo sáng chế. Tuy nhiên, để dễ mô tả, các phương án thực hiện dưới đây được mô tả bằng cách sử dụng eNB làm ví dụ.

Fig.1 thể hiện lưu đồ của phương pháp 10 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp 10 có thể được thực hiện, chẳng hạn, bằng thiết bị người dùng. Như được thể hiện trên Fig.1, phương pháp 10 gồm các bước:

S11. Xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền.

S12. Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai.

S13. Xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã

thứ hai có phép tương ứng thứ hai.

S14. Gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở.

Các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n=0,1,\dots,15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Một cách cụ thể, ở bước S11, thiết bị người dùng có thể xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, chẳng hạn, dựa trên thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, viết tắt “CSI”). Nên hiểu rằng UE có thể xác định bậc bằng cách sử dụng phương pháp vốn quen thuộc với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Ở bước S12, thiết bị người dùng UE có thể xác định, trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, chẳng hạn, dựa trên CSI, ma trận tiền mã hóa thứ nhất mà UE muốn eNB sử dụng khi eNB gửi dữ liệu liên kết xuống. Tất cả các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc có thể được

đại diện, chẳng hạn, bằng chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 .

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 nằm trong khoản $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 nằm trong khoảng $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 nằm trong khoảng $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 nằm trong khoảng, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Ở bước S13, UE có thể xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất. Tức là, theo phương án thực hiện này của sáng chế, tất cả các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc có thể được đại diện không chỉ bằng chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 , mà còn bằng PMI thứ nhất I_{PMI1} và PMI thứ hai I_{PMI2} .

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, PMI thứ nhất I_{PMI1} và chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 có thể có phép tương ứng thứ nhất, trong đó phép tương ứng thứ nhất có thể là mối quan hệ chức năng hoặc mối quan hệ ánh xạ, chẳng hạn, $i_1 = 2 * I_{PMI1}$. PMI thứ hai I_{PMI1} và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 có thể có phép tương ứng thứ hai, trong đó phép tương ứng thứ hai có thể là mối quan hệ chức năng hoặc mối quan hệ ánh xạ, chẳng hạn, PMI thứ hai I_{PMI2} được sử dụng cho chỉ báo số chuỗi của giá trị trong khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 .

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhóm được tạo bởi các ma trận tiền mã hóa được đại diện bằng PMI thứ nhất I_{PMI1} và PMI thứ hai I_{PMI2} là tập con riêng của nhóm bảng mã; tức là, theo phương án thực hiện này của sáng chế, ma trận tiền mã hóa 4-anten được truyền là ma trận tiền mã hóa 4-anten mà việc lấy mẫu phụ (lấy mẫu phụ)

được thực hiện trên đó.

Ở bước S14, thiết bị người dùng gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở trên kênh, chẳng hạn, kênh PUCCH, kênh chia sẻ liên kết lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel, viết tắt “PUSCH”), hoặc kênh khác.

Một cách tùy chọn, theo phương án thực hiện này của sáng chế, thiết bị người dùng gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất cho trạm cơ sở trên một kênh liên kết lên. Kênh liên kết lên có thể là kênh như PUCCH hoặc PUSCH. Chẳng hạn, thiết bị người dùng truyền PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trên một PUCCH, hoặc thiết bị người dùng truyền PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất trên một PUSCH. Nên hiểu rằng thiết bị người dùng cũng có thể gửi riêng rẽ PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở, và phương án thực hiện này của sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc thỏa mãn phương trình (4) dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2 \quad (4)$$

trong đó $W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix}$,

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15.$$

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Một cách tùy chọn, theo phương án thực hiện này của sáng chế, chỉ số

bảng mã thứ nhất và n có giá trị tương tự. Chẳng hạn, khi giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất bằng 1, giá trị của n cũng bằng 1; tức là, khi $i_1 = 1$, $n = 1$. Nên hiểu rằng phương án thực hiện này của sáng chế được mô tả chỉ bằng cách sử dụng trường hợp mà chỉ số bảng mã thứ nhất và n có giá trị tương tự làm ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó miễn là giá trị của n được xác định duy nhất theo giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\} \quad (5)$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+9}^{(1)}$	$W_{i_1+10}^{(1)}$	$W_{i_1+11}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15

0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32}]$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (6)$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (7) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\} \quad (7)$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Tức là, theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi thiết bị người dùng xác định rằng bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc W_2 thỏa mãn phương trình (7).

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong

nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15

0-15	$\tilde{W}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$
------	------------------------------------	--------------------------------------	------------------------------------	--------------------------------------

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,
 $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $v_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32}]$, $v_{m'} = [1 \quad e^{j2\pi m'/32}]$, $\varphi_k = e^{j\pi k/2}$,
 và m , m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng theo các phương án thực hiện sáng chế, Bảng A, Bảng B1, và Bảng B2 cung cấp một cách trình bày duy nhất ma trận tiền mã hóa W theo sáng chế, trong đó i_1 có thể tương ứng W_1 trong ma trận tiền mã hóa $W = W_1 \times W_2$, và i_2 có thể tương ứng W_2 . Phương án thực hiện này của sáng chế được mô tả chỉ bằng cách sử dụng chỉ số bảng mã thứ nhất, chỉ số bảng mã thứ hai, và các giá trị của nó trong Bảng A, Bảng B1, và Bảng B2 làm ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó. Ma trận tiền mã hóa W được xác định trong Bảng A, Bảng B1, và Bảng B2 có thể còn được đại diện bằng cách sử dụng chỉ số khác or giá trị chỉ số khác.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, “mod” đại diện toán tử modulo.

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten

theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, bằng cách phân tích ma trận tiền mã hóa 4-anten được đề xuất trong 3GPP và có bậc bằng 1, biết rằng tổng cộng 16 vector DFT có trong tất cả các ma trận tiền mã hóa 4-anten/các vector có bậc bằng 1, Như được thể hiện trên Fig.7.

Bảng 7

i_1	i_2	Vector DFT
0	0 (lựa chọn vector thứ nhất W_1)	Có
1	6 (lựa chọn vector thứ hai W_1)	Có
2	8 (lựa chọn vector thứ ba W_1)	Có
3	14 (lựa chọn vector thứ tư W_1)	Có
4	1 (lựa chọn vector thứ nhất W_1)	Có
5	7 (lựa chọn vector thứ hai W_1)	Có
6	9 (lựa chọn vector thứ ba W_1)	Có
7	15 (lựa chọn vector thứ tư W_1)	Có
8	2 (lựa chọn vector thứ nhất W_1)	Có
9	4 (lựa chọn vector thứ hai W_1)	Có
10	10 (lựa chọn vector thứ ba W_1)	Có
11	12 (lựa chọn vector thứ tư W_1)	Có
12	3 (lựa chọn vector thứ nhất W_1)	Có
13	5 (lựa chọn vector thứ hai W_1)	Có
14	11 (lựa chọn vector thứ ba W_1)	Có
15	13 (lựa chọn vector thứ tư W_1)	Có

Theo Bảng 7, khi giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 hoặc n được cho trước, tức là, W_1 được cho trước, vector DFT có thể được tạo trong

duy nhất một hướng trong bốn hướng chùm hoặc bốn các vector. Ngoài ra, đối với i_1 và i_1+8 , trong đó $i_1 = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$, $\mathbf{X}_n$ ở W_1 gồm bốn hướng chùm là giống nhau, và sự khác biệt giữa chúng nằm ở chỗ giá trị của $\alpha(i)$ khác với hướng chùm tương tự.

Chẳng hạn, với $i_1 = 0$, $\mathbf{X}_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j2\pi(0)/32} & e^{j2\pi(8)/32} & e^{j2\pi(16)/32} & e^{j2\pi(24)/32} \end{bmatrix}$; với $i_1 = 8$, $\mathbf{X}_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j2\pi(8)/32} & e^{j2\pi(16)/32} & e^{j2\pi(24)/32} & e^{j2\pi(0)/32} \end{bmatrix}$. Tức là, khi $i_1 = 0$, vector thứ nhất $\mathbf{X}_0$ bằng $\begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi(0)/32} \end{bmatrix}$; khi $i_1 = 8$, vector thứ nhất $\mathbf{X}_8$ bằng $\begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi(8)/32} \end{bmatrix}$. Do vậy, việc dịch chuyển cột được thực hiện trên hai vector $\mathbf{X}_0$ và $\mathbf{X}_8$, nhưng các vector có trong $\mathbf{X}_0$ và $\mathbf{X}_8$ là giống nhau.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm ít nhất hai nhóm giá trị thứ nhất có các phần tử khác nhau, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai gồm ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai có các phần tử khác nhau, và ít nhất hai nhóm giá

trị thứ nhất và ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai có phép tương ứng một-một.

Nên hiểu rằng số lượng nhóm giá trị thứ nhất bằng số lượng nhóm giá trị thứ hai. Nên hiểu thêm rằng các phần tử trong nhóm giá trị thứ nhất là khác nhau, và các phần tử trong nhóm giá trị thứ hai cũng khác nhau.

Một cách tùy chọn, mỗi một nhóm giá trị thứ nhất của ít nhất hai nhóm giá trị thứ nhất gồm ít nhất hai giá trị, và mỗi một nhóm giá trị thứ hai của ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai gồm ít nhất hai giá trị.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết; Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Phần mô tả dưới đây sử dụng các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai làm ví dụ.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0

0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13
7	7	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo Bảng 7, có thể được biết rằng: khi PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có các mối quan hệ tương hỗ được thể hiện trong Bảng C1, bảng mã gồm 16 các ma trận tiền mã hóa trên đó việc lấy mẫu phụ được thực hiện có tổng cộng 8 vector DFT; trong trường hợp này, như được thể hiện trong Bảng C1, các giá trị tương ứng của chỉ số bảng mã thứ hai i_2 bằng 0, 1, 6, 7, 8, 9, 14, và 15.

Do vậy, khi ma trận tiền mã hóa được truyền bằng cách sử dụng chế độ con 2 của chế độ PUCCH 1-1, bảng mã 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế tốt như bảng mã của 3GPP LTE R8; ngoài ra, mỗi

một ma trận tiền mã hóa có trong bảng mã 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể áp dụng cho anten lưỡng cực. Trong Bảng C1, tổng cộng 4 bit có thể được sử dụng để truyền ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó 3 bit đại diện PMI thứ nhất, $i_1 = I_{PMI1}$, và một bit được sử dụng để đại diện PMI thứ hai, trong đó i_2 và PMI thứ hai I_{PMI2} thỏa mãn, chẳng hạn, phương trình (8) dưới đây:

$$i_2 = 4 \times (I_{PMI1} \bmod 4) + \lfloor I_{PMI1} / 4 \rfloor + 2I_{PMI2} \quad (8)$$

trong đó “mod” đại diện modulo, và “ $\lfloor \rfloor$ ” đại diện làm tròn xuống.

Theo Bảng C1, có thể được biết rằng khi khoảng giá trị I_{PMI1} hoặc i_1 bằng 0, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (0, 2); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 1, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (4, 6); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 2, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (8, 10); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 3, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (12, 14); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 4, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (1, 3); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 5, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (5, 7); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 6, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (9, 11); và khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng 7, khoảng các giá trị tương ứng i_2 bằng (13, 15). Tức là, giá trị hoặc khoảng giá trị i_2 tương ứng I_{PMI2} được liên kết với giá trị hoặc khoảng giá trị i_1 tương ứng I_{PMI1} .

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo trong suốt bảng mã lấy mẫu phụ mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và mỗi một ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã sau khi việc lấy mẫu phụ có thể áp dụng cho anten lưỡng cực, có thể đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, cải

thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C2:

Bảng C2

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1} + 8$	I_{PMI2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng, trong Bảng C2, chỉ số bảng mã thứ hai i_2 và PMI thứ hai I_{PMI2} thỏa mãn, chẳng hạn, phương trình (9) dưới đây:

$$i_2 = 4 \times ((I_{PMI1} - 8) \bmod 4) + \lfloor (I_{PMI1} - 8) / 4 \rfloor + 2I_{PMI2} \quad (9)$$

trong đó “mod” đại diện modulo, và “ $\lfloor \rfloor$ ” đại diện làm tròn xuống.

Tương tự, trong Bảng C2, có tổng cộng 8 Vector DFT; trong trường hợp này, các giá trị tương ứng của chỉ số bảng mã thứ hai i_2 bằng 2, 3, 4, 5, 10, 11, 12, và 13.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C3:

Bảng C3

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo Bảng 7, có thể được biết rằng khi PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có các mối quan hệ tương hỗ được thể hiện trong Bảng C3, bảng mã gồm 16 các ma trận tiền mã hóa trên đó việc lấy mẫu phụ được thực hiện có tổng cộng 8 vector DFT; trong trường hợp này, như được thể hiện trong Bảng C3, các giá trị tương ứng của chỉ số bảng mã thứ hai i_2 bằng 0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, và 11.

Do vậy, khi ma trận tiền mã hóa được truyền bằng cách sử dụng chế độ con 2 của chế độ PUCCH 1-1, bảng mã 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế tốt tương đương bảng mã của 3GPP LTE R8; ngoài ra, mỗi một ma trận tiền mã hóa có trong bảng mã 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể áp dụng cho anten lưỡng cực. Trong Bảng C3, tổng cộng 4 bit có thể được sử dụng để truyền ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó 3 bit đại diện PMI thứ nhất, $i_1 = I_{PMI1}$, và một bit được sử dụng để đại diện PMI thứ hai, trong đó i_2 và PMI thứ hai I_{PMI2} thỏa mãn, chẳng hạn, phương trình (10) dưới đây:

$$i_2 = 8 \times ((I_{PMI1} \bmod 4) \bmod 2) + \lfloor (I_{PMI1} \bmod 4) / 2 \rfloor + 2I_{PMI2} \quad (10)$$

trong đó “mod” đại diện modulo, và “ $\lfloor \rfloor$ ” đại diện làm tròn xuống.

Theo Bảng C3, khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng (0, 4), khoảng giá trị tương ứng i_1 bằng (0, 8), và khoảng giá trị tương ứng i_2 bằng (0, 2); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng (1, 5), khoảng giá trị tương ứng i_1 bằng (2, 10), và khoảng giá trị tương ứng i_2 bằng (8, 10); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng (2, 6), khoảng giá trị tương ứng i_1 bằng (4, 12), và khoảng giá trị tương ứng i_2 bằng (1, 3); khi khoảng giá trị I_{PMI1} bằng (3, 7),

khoảng giá trị tương ứng i_1 bằng (6, 14), và khoảng giá trị tương ứng i_2 bằng (9, 11). Tức là, giá trị hoặc khoảng giá trị i_2 tương ứng I_{PMI2} được liên kết với giá trị hoặc khoảng giá trị i_1 tương ứng I_{PMI1} .

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C4:

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1

đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Tương tự, trong Bảng C4, có tổng cộng 8 vectơ DFT; trong trường hợp này, các giá trị tương ứng của chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là 4, 5, 6, 7, 12, 13, 14, và 15.

Nên hiểu rằng khi PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có các mối quan hệ tương hỗ được thể hiện trong Bảng C1, C2, C3, hoặc C4, ma trận tiền mã hóa W được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 và chỉ số bảng mã thứ hai i_2 có thể được xác định theo Bảng A, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở (eNB) trước hết có thể cấu hình tín hiệu tham chiếu thông tin trạng thái kênh (Channel State Information Reference Signal, viết tắt “CSI-RS”) cho UE. Một cách cụ thể, với N_t anten hoặc N_t cổng anten của trạm cơ sở, trạm cơ sở cấu hình các tài nguyên của các cổng anten của N_t CSI-RS cho UE, trong đó N_t là số tự nhiên, chẳng hạn, N_t bằng 4. Trong trường hợp này, UE có thể đo chất lượng kênh trên các tài nguyên CSI-RS tương ứng, và có thể xác định RI, PMI, CQI, và tương tự rằng UE muốn eNB sử dụng khi trạm cơ sở gửi dữ liệu liên kết xuống. After xác định CSI như RI, PMI, và CQI, UE có thể phản hồi CSI về trạm cơ sở trên tài nguyên phản hồi được cấu hình bởi eNB cho UE. Chẳng hạn, chế độ phản hồi được cấu hình bởi eNB cho UE là chế độ con 2 của chế độ PUCCH 1-1; do đó, UE phản hồi RI trên khung con để phản hồi RI, và phản hồi riêng biệt I_{PMI1} , I_{PMI2} , và CQI trên các khung con để phản hồi PMI thứ nhất I_{PMI1} , PMI thứ hai I_{PMI2} , và CQI, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhóm ma trận tiền mã hóa có thể được gọi là bảng mã, và mỗi một ma trận tiền mã hóa trong nhóm ma trận tiền mã hóa có thể được gọi là từ mã; Tuy

nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở đó.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không có nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng chế.

Do vậy, trong phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết, sao cho nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo trong suốt bảng mã lấy mẫu phụ mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và mỗi một ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã sau khi lấy mẫu phụ có thể áp dụng cho anten lưỡng cực, có thể đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.2 thể hiện lưu đồ của phương pháp 20 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp 20 có thể được thực hiện, chẳng hạn, bởi thiết bị người dùng. Như được thể hiện trên Fig.2, phương pháp 20 gồm các bước:

S21. Xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền.

S22: Xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng bậc, và các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai.

S23: Xác định giá trị được mã hóa chung tương ứng bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa chung và bậc có

phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai.

S24: Gửi giá trị được mã hóa chung đến trạm cơ sở.

Các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\} \quad (5)$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vectơ cột có chiều

4x1, trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \\ (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\} \quad (6)$$

trong đó e_i đại diện vectơ cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (7) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\} \\ W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\} \\ W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\} \quad (7)$$

trong đó e_i đại diện vectơ cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Tức là, theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi thiết bị người dùng xác định rằng bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc W_2 thỏa mãn phương trình (7).

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, nếu bảng mã 4-anten được truyền trong chế độ con 1 của chế độ PUCCH 1-1, giải pháp được sử dụng cho mã hóa chung bậc RI và i_1 cần được thiết kế. Khi bậc bằng 2, bảng mã 4-anten được xác định theo Bảng B1 (tương ứng phương trình (6)) hoặc Bảng B2 (tương ứng phương trình (7)) gồm nhiều ma trận tiền mã hóa được lặp lại.

Một cách cụ thể, đối với giải pháp (dưới đây được gọi là giải pháp 1 viết tắt) được đại diện bằng phương trình (6) và giải pháp (dưới đây được gọi là giải pháp 2 viết tắt) được đại diện bằng phương trình (7), W_1 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix}, \text{ trong đó } X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix} \text{ và} \\ q_1 = e^{j2\pi/32} \quad (n=0, 1, \dots, 15)$$

Do đó, bốn hướng chùm hoặc các vector cột có trong X_n và X_{n+8} (trong trường hợp này, $n = 0$ đến 7) là tương tự nhau. Chẳng hạn, khi

$$X_0 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j2\pi \frac{0}{32}} & e^{j2\pi \frac{8}{32}} & e^{j2\pi \frac{16}{32}} & e^{j2\pi \frac{24}{32}} \end{bmatrix} \text{ và } X_8 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ e^{j2\pi \frac{8}{32}} & e^{j2\pi \frac{16}{32}} & e^{j2\pi \frac{24}{32}} & e^{j2\pi \frac{0}{32}} \end{bmatrix},$$

Rõ ràng là hướng chùm hoặc các vector cột có trong X_0 và X_8 là tương tự, và chỉ các chuỗi vector cột là khác nhau. Kết quả là, một số từ mã được lặp lại trong bảng mã được tạo dựa trên $W=W_1 \cdot W_2$ khi bậc bằng 2. Vấn đề trong đó một số từ mã được lặp lại tồn tại trong cả giải pháp 1 lẫn giải pháp 2.

Làm ví dụ, đối với cả giải pháp 1 lẫn giải pháp 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $(Y_1, Y_2) = (e_i, e_k) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$, e_i và e_k đại diện một vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, và tất cả các phần tử khác bằng 0.

Khi $n=0$ và $(Y_1, Y_2) = (e_2, e_2)$,

$$W=W_1 \cdot W_2 = \frac{1}{B} \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 - \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} & e^{j2\pi\frac{8}{32}} \\ \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} \end{pmatrix} & -\begin{pmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} \end{pmatrix} \end{bmatrix}; \text{ và}$$

khi $n=8$ và $(\mathbf{Y}_1, \mathbf{Y}_2) = (e_1, e_1)$,

$$W=W_1 \cdot W_2 = \frac{1}{B} \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{X}_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \mathbf{Y}_1 & \mathbf{Y}_2 \\ \mathbf{Y}_1 - \mathbf{Y}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} & e^{j2\pi\frac{8}{32}} \\ \begin{pmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} \end{pmatrix} & -\begin{pmatrix} 1 \\ e^{j2\pi\frac{8}{32}} \end{pmatrix} \end{bmatrix}.$$

Rõ ràng là hai từ mã được đại diện khi n bằng 0 và n bằng 8 là giống hệt. Lượng lớn các từ mã được lặp lại có thể giảm hiệu suất của bảng mã, khiến cho hiệu năng hệ thống suy giảm. Do vậy, khi việc lấy mẫu phụ được thực hiện trên bảng mã, cần thiết bảng mã sau khi việc lấy mẫu phụ được thực hiện không nên bao gồm các từ mã lặp lại hoặc các ma trận tiền mã hóa lặp lại. Nên hiểu rằng phân tích nêu trên không bị giới hạn ở phương án thực hiện này.

Trong R12, bảng mã 4-anten có bậc bằng 3 hoặc 4 là bảng mã trong R8. Do vậy, với bảng mã có bậc bằng 3 hoặc 4, W_1 tương ứng i_1 là ma trận đơn vị và không cần được đại diện bằng bit. Khi bậc và PMI của ma trận tiền mã hóa được truyền trong chế độ con 1 của chế độ PUCCH 1-1, bậc và i_1 được mã hóa chung, và lấy mẫu phụ được thực hiện trên i_1 ; Tuy nhiên, việc lấy mẫu phụ không được thực hiện trên i_2 trong trường hợp này.

Với bảng mã có bậc bằng 2, nếu i_1 được đại diện bằng ba bit sau khi lấy mẫu phụ, cần thiết khoảng giá trị n trong $\mathbf{X}_n$ tương ứng i_1 mà trên đó việc lấy mẫu phụ được thực hiện là 0–7 hoặc 8–15, và không cần thiết việc khoảng giá trị n là 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 hoặc 1, 3, 5, 7, 9, 11, 13,

15. Điều này có thể ngăn ngừa việc xuất hiện các ma trận lặp lại. Ngoài ra, với bảng mã có bậc bằng 1, khoảng giá trị n trong X_n là từ 0 đến 7 hoặc từ 8 đến 15 và có thể gồm tất cả các hướng, để tương tự như khoảng giá trị trong trường hợp trong đó bậc bằng 2.

Với bảng mã có bậc bằng 1 hoặc 2, nếu bốn trạng thái của i_1 được đại diện bởi hai bit sau khi lấy mẫu phụ được thực hiện trên i_1 , tổng cộng tài nguyên PUCCH của ba bit cần để đại diện ma trận tiền mã hóa. Trong trường hợp này, cần thiết n trong X_n tương ứng i_1 sau khi lấy mẫu phụ được thực hiện là (0, 2, 4, 6), (1, 3, 5, 7), (8, 10, 12, 14), hoặc (9, 11, 13, 15). Trong trường hợp này, cho tất cả các vector trong X_n , khoảng và hướng chùm có thể được phân chia đều.

Ngoài ra, với bảng mã có bậc bằng 1 hoặc 2, nếu số lượng trạng thái sau khi việc mẫu phụ được thực hiện trên i_1 không bằng 2 được nâng lên lũy thừa x (x là số nguyên), điều này nên được ngăn ngừa càng nhiều càng tốt sao cho n và $n+8$ tương ứng i_1 đồng thời tồn tại. Chẳng hạn, khi số Z trạng thái sau khi việc mẫu phụ được thực hiện trên i_1 thỏa mãn $8 > Z > 4$ và Y là số nguyên, khoảng giá trị n là Z giá trị trong (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14) hoặc Z giá trị trong (1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15).

Một vector $[1 \ q_1^x]^T$ trong X_n đại diện một hướng, vốn có thể được đại diện bằng x , trong đó x là số nguyên và khoảng giá trị x từ 0 đến 31. Do $q_1 = e^{j2\pi/32}$, $q_1^x = q_1^{x+32}$. Chẳng hạn, khi khoảng giá trị n là (0, 2, 4, 6), tất cả hướng (các vector) trong X_n được đại diện bởi x , vốn có thể là 16 hướng: 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26, 28; Do vậy, khoảng có thể được phân chia đều.

Một cách cụ thể, theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị

được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Một cách tùy chọn, theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$

i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{\tilde{W}}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng

ché.

Do vậy, khi ma trận tiền mã hóa được truyền trong chế độ con 1 của chế độ PUCCH 1-1, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.3 thể hiện lưu đồ của phương pháp 30 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp 30 có thể được thực hiện, chẳng hạn, bởi thiết bị người dùng. Như được thể hiện trên Fig.3, phương pháp 30 gồm:

S31. Xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền.

S32. Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai.

S33: Xác định PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai.

S34: Gửi PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở.

Các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n=0,1,\dots,15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được xác định bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a, chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a+8, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Trong trường hợp mà ma trận tiền mã hóa được truyền trong chế độ PUCCH 2-1, khi bậc bằng 1, việc lấy mẫu phụ không được thực hiện trên bảng mã; khi bậc bằng 2, việc lấy mẫu phụ không được thực hiện trên chỉ số bảng mã thứ nhất, nhưng việc lấy mẫu phụ được thực hiện trên chỉ số bảng mã thứ hai, và chỉ số bảng mã thứ hai được đại diện không phải bằng bốn bit gốc, mà bằng hai bit sau khi lấy mẫu phụ.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\} \quad (5)$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \\ (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\} \quad (6)$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (7) dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\} \\ W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\} \\ W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\} \quad (7)$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Tức là, theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi thiết bị người dùng xác định rằng bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc W_2 thỏa mãn phương trình (7).

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, để ngăn ngừa vấn đề trong đó các từ mã bị trùng lặp, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ

nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, và vấn đề trong đó các từ mã bị trùng lặp sau khi lấy mẫu phụ có thể được ngăn ngừa, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{}$	$W_0^{(1234)} / \sqrt{}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{}$	$W_1^{(1234)} / \sqrt{}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{}$	$W_2^{(3214)} / \sqrt{}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{}$	$W_3^{(3214)} / \sqrt{}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{}$	$W_4^{(1234)} / \sqrt{}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{}$	$W_5^{(1234)} / \sqrt{}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{}$	$W_6^{(1324)} / \sqrt{}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{}$	$W_7^{(1324)} / \sqrt{}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{}$	$W_8^{(1234)} / \sqrt{}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{}$	$W_9^{(1234)} / \sqrt{}$
0 1	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{10}^{(1324)} / \sqrt{}$
1	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{}$	$W_{11}^{(1324)} / \sqrt{}$
2	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{12}^{(1234)} / \sqrt{}$
3	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{13}^{(1324)} / \sqrt{}$
4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{14}^{(3214)} / \sqrt{}$
5	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{}$	$W_{15}^{(1234)} / \sqrt{}$

trong đó $W_n^{\{s\}}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Một cách cụ thể, khi bậc được xác định bằng 3 hoặc 4 và các ma trận

tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là bốn ma trận tiền mã hóa với các chỉ số bảng mã từ 0 đến 3 hoặc từ 4 đến 7 trong Bảng G, nếu việc rút lui bậc được thực hiện và bậc rút lui về bậc 1, bốn vector DFT đồng nhất có thể thu được. Các vector DFT này có thể áp dụng được cho anten ULA, và bốn vector DFT cũng có thể áp dụng được cho anten lưỡng cực.

Khi bậc được xác định bằng 3 hoặc 4 và các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là bốn ma trận tiền mã hóa với các chỉ số bảng mã từ 12 đến 15 trong Bảng G, bốn ma trận tiền mã hóa là các ma trận tiền mã hóa vòng mở, và bốn ma trận tiền mã hóa có khoảng cách dây lớn.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

$$\text{trong đó } W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}, \quad \gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix},$$

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$

i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{W}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không có nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng chế.

Do vậy, khi ma trận tiền mã hóa được truyền trong chế độ PUCCH 2-1, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Các phương pháp để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo các phương án thực hiện sáng chế được mô tả chi tiết ở trên dựa trên thiết bị người dùng theo Fig.1 đến Fig.3. Phần dưới đây mô tả các phương pháp để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo các phương án thực hiện sáng chế dựa trên trạm cơ sở theo Fig.4 đến Fig.6.

Như được thể hiện trên Fig.4, phương pháp 60 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế có thể được thực hiện

bởi trạm cơ sở. Phương pháp 60 gồm:

S61: Tiếp nhận bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, PMI thứ nhất, và PMI thứ hai được gửi bởi thiết bị người dùng.

S62: Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ nhất và PMI thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai.

Các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, trạm cơ sở may tiếp nhận, thông qua thông tin CSI được gửi bởi UE, PMI được gửi bởi UE, trong đó thông tin CSI có thể còn gồm RI, CQI, và tương tự. Trạm cơ sở có thể thu thập, theo RI và PMI, ma trận tiền mã hóa được

phản hồi bằng UE, và có thể thu thập, theo CQI, chất lượng kênh khi ma trận tiền mã hóa được sử dụng. Khi trạm cơ sở thực hiện truyền SU-MIMO cho UE, trạm cơ sở có thể thực hiện tiền mã hóa trên dữ liệu liên kết xuống của UE bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa, và có thể xác định, theo CQI, mô hình mã hóa và điều biến để gửi dữ liệu liên kết xuống. Khi trạm cơ sở thực hiện truyền MU-MIMO cho UE, chẳng hạn, MIMO nhiều người dùng cho hai người dùng, trạm cơ sở có thể thu thập, theo ma trận tiền mã hóa được phản hồi bằng UE và ma trận tiền mã hóa được phản hồi bằng UE ghép cặp và bằng cách sử dụng phương pháp cưỡng bức zero (Zero Forcing, viết tắt “ZF”), ma trận tiền mã hóa loại bỏ giao thoa nhiều người dùng. Do vậy, eNB có thể thực hiện tiền mã hóa trên dữ liệu liên kết xuống của MU-MIMO bằng cách sử dụng ma trận tiền mã hóa; ngoài ra, trạm cơ sở có thể xác định, theo các CQI được phản hồi bằng hai người dùng, mô hình mã hóa và điều biến để thực hiện truyền MU-MIMO cho hai người dùng, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11

	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1,i_1+16,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16,i_1,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24,i_1+8,0}^{(2)}$

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{\tilde{W}}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa U1 và U2, trong đó các ma trận tiền mã hóa U1 và U2 được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i), \quad i = (n \bmod 4) + 1, \quad \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}, \text{ và } A \text{ là hằng số.}$$

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, “mod” đại diện toán tử modulo.

Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm

bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm ít nhất hai nhóm giá trị thứ nhất có các phần tử khác nhau, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai gồm ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai có các phần tử khác nhau, và ít nhất hai nhóm giá trị thứ nhất và ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai có phép tương ứng một-một.

Nên hiểu rằng số lượng nhóm giá trị thứ nhất bằng số lượng nhóm giá trị thứ hai. Nên hiểu thêm rằng các phần tử trong nhóm giá trị thứ nhất là khác nhau, và các phần tử trong nhóm giá trị thứ hai cũng khác nhau.

Một cách tùy chọn, mỗi một nhóm giá trị thứ nhất của ít nhất hai nhóm giá trị thứ nhất gồm ít nhất hai giá trị, và mỗi một nhóm giá trị thứ hai của ít nhất hai nhóm giá trị thứ hai gồm ít nhất hai giá trị.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng

mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết; Do vậy, thông qua phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11

I_{PM1}	$i_1 = I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PM1}	$i_1 = I_{PM1} + 8$	I_{PM2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2

1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng tương tác và các dấu hiệu liên quan và các chức năng của trạm cơ sở và thiết bị người dùng được mô tả ở phía trạm cơ sở tương ứng phần mô tả ở phía thiết bị người dùng theo Fig.1, không được mô tả thêm ở đây cho ngắn gọn.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không có nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng chế.

Do vậy, trong phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết, sao cho nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo trong suốt bảng mã lấy mẫu phụ mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và mỗi một ma trận tiền mã hóa trong nhóm

bảng mã sau khi việc mẫu phụ có thể áp dụng cho anten lưỡng cực, có thể đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.5 thể hiện lưu đồ của phương pháp 70 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp 70 có thể được thực hiện, chẳng hạn, bởi trạm cơ sở. Như được thể hiện trên Fig.5, phương pháp 70 gồm:

S71: Tiếp nhận giá trị được mã hóa chung được gửi bởi thiết bị người dùng.

S72: Xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa chung, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất.

Giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng bậc, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15}, {0, 2, 4, 6}, {1, 3, 5, 7}, {8, 10, 12, 14}, hoặc {9, 11, 13, 15}.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu

năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều của 4x1, trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng dưới đây D:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$

-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0-15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0-15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0-15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{\tilde{W}}_{m, m', k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo by thực hiện mã hóa chung on bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Nên hiểu rằng tương tác và các dấu hiệu liên quan và các chức năng của trạm cơ sở và thiết bị người dùng được mô tả ở phía trạm cơ sở tương ứng phần mô tả ở phía thiết bị người dùng theo Fig.2, không được mô tả thêm ở đây cho ngắn gọn.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không có

nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng chế.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.6 thể hiện lưu đồ của phương pháp 80 để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế. Phương pháp 80 có thể được thực hiện, chẳng hạn, bởi trạm cơ sở. Như được thể hiện trên Fig.6, phương pháp 80 gồm:

S81: Tiếp nhận PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền được gửi bởi thiết bị người dùng.

S82: Xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai.

Các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được tiếp nhận bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị là a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị là $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 15$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận là 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ \alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} \mathbf{Y} \\ -j\alpha(i)\mathbf{Y} \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $\mathbf{Y} \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi $\mathbf{Y}$ bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi $\mathbf{Y}$ is e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vectơ cột có chiều 4x1, trong đó phần tử i^{th} ở e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng

0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0-3	0-7	$2 \times I_{PMI2}$
	8-15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0-3	0-7	$2 \times I_{PMI2}$
	8-15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ

nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-15	$W_{i_1,i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0-15	$W_{i_1+16,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16,i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,1}^{(2)}$

i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24,1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24,2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24,2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1, i_1+16,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8, i_1+24,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16, i_1,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24, i_1+8,0}^{(2)}$

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$\tilde{\tilde{W}}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}$, $v_m = [1 \quad e^{j2\pi m/32}]$, $v_{m'} = [1 \quad e^{j2\pi m'/32}]$, $\varphi_k = e^{j\pi k/2}$,

và m , m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc ;à:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C hỉ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(1234)}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(1234)}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(3214)}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(3214)}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(1234)}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(1234)}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(1324)}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(1324)}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(1234)}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(1234)}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(1324)}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(1324)}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(1234)}$
13	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(1324)}$

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
1 4	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{\{1\}}$	$W_{14}^{\{13\}} / \backslash$	$W_{14}^{\{123\}} / \backslash$	$W_{14}^{\{3214\}}$
1 5	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{\{1\}}$	$W_{15}^{\{12\}} / \backslash$	$W_{15}^{\{123\}} / \backslash$	$W_{15}^{\{1234\}}$

trong đó $W_n^{\{s\}}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Nên hiểu rằng tương tác và các dấu hiệu liên quan và các chức năng của trạm cơ sở và thiết bị người dùng được mô tả ở phía trạm cơ sở tương ứng phần mô tả ở phía thiết bị người dùng theo Fig.3, không được mô tả thêm ở đây cho ngắn gọn.

Nên hiểu thêm rằng số chuỗi của các quá trình nêu trên không có nghĩa là các chuỗi thực thi theo các phương án thực hiện khác của sáng chế. Các chuỗi thực thi của các quá trình nên được xác định theo các chức năng và logic bên trong của các quá trình, và không nên được hiểu như là giới hạn bất kỳ trên các quá trình triển khai theo các phương án thực hiện sáng chế.

Do vậy, phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Phương pháp để truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo các phương án thực hiện sáng chế được mô tả chi tiết nêu trên theo Fig.1 đến Fig.6. Phần dưới đây mô tả chi tiết thiết bị người dùng và trạm cơ sở theo các phương án thực hiện sáng chế theo Fig.7 đến Fig.18.

Fig.7 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị người dùng 100 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.7, thiết bị người dùng 100

gồm:

môđun xác định 110, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai; và

môđun gửi 120, được cấu hình để gửi, đến trạm cơ sở, PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và được xác định bởi môđun xác định 110, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thông qua thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 110 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 110 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa U1 và U2, trong đó các ma trận tiền mã hóa U1 và U2 được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 110 bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+4}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 \\ e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 110 bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2

	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+8, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+16, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1+24, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1, i_1, 0}^{(2)}$	$W_{i_1, i_1, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+8, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16, i_1+16, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+16, i_1+16, 1}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+24, i_1+24, 1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$W_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{W}_{i_1, i_1+16, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8, i_1+24, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+16, i_1, 0}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+24, i_1+8, 0}^{(2)}$

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m, m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 110 bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11

7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PM1}	$i_1 = I_{PM1} + 8$	I_{PM2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PM1}	$i_1 = 2I_{PM1}$	I_{PM2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12

5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi mô đun xác định 110 bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 100 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các mô đun trong thiết bị người dùng 100 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.1, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thông qua thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Fig.8 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị người dùng 200 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.8, thiết bị người dùng 200 gồm:

môđun xác định 210, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng bậc, và các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định giá trị được mã hóa chung tương ứng bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa chung và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai; và

môđun gửi 220, được cấu hình để gửi giá trị được mã hóa chung được xác định bởi môđun xác định 210 đến trạm cơ sở, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là

tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 210 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 210 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng

1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E dưới đây:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực

hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 200 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong thiết bị người dùng 200 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.2, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.9 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị người dùng 300 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.9, thiết bị người dùng 300 gồm:

môđun xác định 310, được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, còn được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được cấu hình để xác định PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai; và

môđun gửi 320, được cấu hình để gửi, đến trạm cơ sở, PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất và được xác định bởi môđun xác định 310, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được xác định bởi môđun xác định 310 bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị là a , chỉ số bảng mã thứ nhất

$i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 310 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 310 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad \text{hoặc}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\};$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i

bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 310 bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 310 bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc bằng:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(1234)}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(1234)}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(3214)}$
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(3214)}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(1234)}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(1234)}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(1324)}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(1324)}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(1234)}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(1234)}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(1324)}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(1324)}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(1234)}$
13	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(1324)}$
14	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(3214)}$
15	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(1234)}$

trong đó $W_n^{(s)}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực

hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 300 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong thiết bị người dùng 300 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.3, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.10 thể hiện sơ đồ khối của trạm cơ sở 600 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.10, trạm cơ sở 600 gồm:

môđun tiếp nhận 610, được cấu hình để tiếp nhận bậc được sử

dụng cho chỉ báo số tầng truyền, PMI thứ nhất, và PMI thứ hai được gửi bởi thiết bị người dùng; và

môđun xác định 620, được cấu hình để xác định, theo PMI thứ nhất và PMI thứ hai được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610, ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thông qua trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị

chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A:

Bảng A

i_1	i_2							
	0	1	2	3	4	5	6	7
0	$W_{i_1,0}^{(1)}$	$W_{i_1,1}^{(1)}$	$W_{i_1,2}^{(1)}$	$W_{i_1,3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+3}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$	$W_{i_1+8}^{(1)}$
-15								
i_1	i_2							
	8	9	10	11	12	13	14	15
0	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+1}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$	$W_{i_1+2}^{(1)}$
-15								

trong đó $W_{m,k}^{(1)} = \frac{1}{2} \begin{bmatrix} v_m \\ \varphi_k \gamma(m) v_m \end{bmatrix}$, $\gamma(m) = e^{j2\pi \frac{(m-i_1)/4}{32}}$, $v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}$,

$\varphi_k = e^{j\pi k/2}$, và m và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2:

Bảng B1

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0-15	$W_{i_1,i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,1}^{(2)}$
i_1	i_2			

	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16,i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$W_{i_1,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1+8,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+16,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$W_{i_1,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1+24,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,1}^{(2)}$

Bảng B2

i_1	i_2			
	0	1	2	3
0–15	$W_{i_1,i_1,0}^{(2)}$	$W_{i_1,i_1,1}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+8,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	4	5	6	7
0–15	$W_{i_1+16,i_1+16,0}^{(2)}$	$W_{i_1+16,i_1+16,1}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+24,i_1+24,1}^{(2)}$
i_1	i_2			
	8	9	10	11
0–15	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$W_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$	$\tilde{W}_{i_1+8,i_1+24,2}^{(2)}$
i_1	i_2			
	12	13	14	15
0–15	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1,i_1+16,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+8,i_1+24,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+16,i_1,0}^{(2)}$	$\tilde{\tilde{W}}_{i_1+24,i_1+8,0}^{(2)}$

trong đó $W_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & -\varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$, $\tilde{W}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_m & \varphi_k v_{m'} \end{bmatrix}$,

$$\tilde{\tilde{W}}_{m,m',k}^{(2)} = \frac{1}{\sqrt{8}} \begin{bmatrix} v_m & v_{m'} \\ \varphi_k v_{m'} & -\varphi_k v_m \end{bmatrix}, \quad v_m = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m/32} \end{bmatrix}, \quad v_{m'} = \begin{bmatrix} 1 & e^{j2\pi m'/32} \end{bmatrix}, \quad \varphi_k = e^{j\pi k/2},$$

và m , m' , và k là các số nguyên không âm; i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất; i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4:

Bảng C1

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	1	0	4
1	1	1	6
2	2	0	8
2	2	1	10
3	3	0	12
3	3	1	14
4	4	0	1
4	4	1	3
5	5	0	5
5	5	1	7
6	6	0	9
6	6	1	11
7	7	0	13
7	7	1	15

Bảng C2

I_{PMI1}	$i_1 = I_{PMI1} + 8$	I_{PMI2}	i_2
0	8	0	0
0	8	1	2
1	9	0	4
1	9	1	6
2	10	0	8
2	10	1	10
3	11	0	12
3	11	1	14
4	12	0	1
4	12	1	3
5	13	0	5
5	13	1	7
6	14	0	9
6	14	1	11
7	15	0	13
7	15	1	15

Bảng C3

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
0	0	0	0
0	0	1	2
1	2	0	8
1	2	1	10
2	4	0	1
2	4	1	3
3	6	0	9

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1}$	I_{PMI2}	i_2
3	6	1	11
4	8	0	0
4	8	1	2
5	10	0	8
5	10	1	10
6	12	0	1
6	12	1	3
7	14	0	9
7	14	1	11

Bảng C4

I_{PMI1}	$i_1 = 2I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
0	1	0	4
0	1	1	6
1	3	0	12
1	3	1	14
2	5	0	5
2	5	1	7
3	7	0	13
3	7	1	15
4	9	0	4
4	9	1	6
5	11	0	12
5	11	1	14
6	13	0	5
6	13	1	7

I_{PMI1}	$i_1 = 2 I_{PMI1} + 1$	I_{PMI2}	i_2
7	15	0	13
7	15	1	15

trong đó I_{PMI1} đại diện PMI thứ nhất, I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 610 bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 600 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 600 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.4, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thông qua trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit

phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Fig.11 thể hiện sơ đồ khối của trạm cơ sở 700 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.11, trạm cơ sở 700 gồm:

môđun tiếp nhận 710, được cấu hình để tiếp nhận giá trị được mã hóa chung được gửi bởi thiết bị người dùng; và

môđun xác định 720, được cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa chung được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 710, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó:

giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng bậc, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong} \quad \text{đó}$$

$$W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix} \mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15;$$

và

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15}, {0, 2, 4, 6}, {1, 3, 5, 7}, {8, 10, 12, 14}, hoặc {9, 11, 13, 15}.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn,

khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất i_1 là $0 \leq i_1 \leq 15$, và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là $0 \leq i_2 \leq L_2 - 1$, trong đó L_2 là số nguyên dương. Chẳng hạn, khoảng giá trị L_2 là $1 \leq L_2 \leq 16$, tức là, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai i_2 là, chẳng hạn, $0 \leq i_2 \leq 15$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 720 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được xác định bởi môđun xác định 720 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi

số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D dưới đây:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng dưới đây E:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa chung, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc

B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 700 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 700 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.5, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Fig.12 thể hiện sơ đồ khối của trạm cơ sở 800 theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.12, trạm cơ sở 800 gồm:

môđun tiếp nhận 810, được cấu hình để tiếp nhận PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền được gửi bởi thiết bị người dùng;

môđun xác định 820, được cấu hình để xác định, theo PMI thứ hai và

chỉ số bảng mã thứ nhất được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810, ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được tiếp nhận bằng 2, rong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, trong đó phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử i^{th} trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác bằng 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810 bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2:

Bảng F1

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 1$

Bảng F2

I_{PMI2}	i_1	i_2
0–3	0–7	$2 \times I_{PMI2}$
	8–15	$2 \times I_{PMI2} + 8$

trong đó I_{PMI2} đại diện PMI thứ hai, i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất, và i_2 đại diện chỉ số bảng mã thứ hai.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khi bậc được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận 810 bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là:

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G;
hoặc

bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G,

Bảng G

C hỉ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
0	$u_0 = [1 \quad -1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_0^{(1)}$	$W_0^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_0^{(1234)} / \sqrt{2}$
1	$u_1 = [1 \quad -j \quad 1 \quad j]^T$	$W_1^{(1)}$	$W_1^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_1^{(1234)} / \sqrt{2}$
2	$u_2 = [1 \quad 1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_2^{(1)}$	$W_2^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_2^{(3214)} / \sqrt{2}$

C hĩ số bảng mã	u_n	RI			
		1	2	3	4
3	$u_3 = [1 \quad j \quad 1 \quad -j]^T$	$W_3^{(1)}$	$W_3^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_3^{(3214)}$
4	$u_4 = [1 \quad (-1-j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_4^{(1)}$	$W_4^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_4^{(1234)}$
5	$u_5 = [1 \quad (1-j)/\sqrt{2} \quad j \quad (-1-j)/\sqrt{2}]^T$	$W_5^{(1)}$	$W_5^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_5^{(1234)}$
6	$u_6 = [1 \quad (1+j)/\sqrt{2} \quad -j \quad (-1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_6^{(1)}$	$W_6^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_6^{(1324)}$
7	$u_7 = [1 \quad (-1+j)/\sqrt{2} \quad j \quad (1+j)/\sqrt{2}]^T$	$W_7^{(1)}$	$W_7^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_7^{(1324)}$
8	$u_8 = [1 \quad -1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_8^{(1)}$	$W_8^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(124)} / \sqrt{2}$	$W_8^{(1234)}$
9	$u_9 = [1 \quad -j \quad -1 \quad -j]^T$	$W_9^{(1)}$	$W_9^{(14)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_9^{(1234)}$
10	$u_{10} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{10}^{(1)}$	$W_{10}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{10}^{(1324)}$
11	$u_{11} = [1 \quad j \quad -1 \quad j]^T$	$W_{11}^{(1)}$	$W_{11}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(134)} / \sqrt{2}$	$W_{11}^{(1324)}$
12	$u_{12} = [1 \quad -1 \quad -1 \quad 1]^T$	$W_{12}^{(1)}$	$W_{12}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{12}^{(1234)}$
13	$u_{13} = [1 \quad -1 \quad 1 \quad -1]^T$	$W_{13}^{(1)}$	$W_{13}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{13}^{(1324)}$
14	$u_{14} = [1 \quad 1 \quad -1 \quad -1]^T$	$W_{14}^{(1)}$	$W_{14}^{(13)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{14}^{(3214)}$
15	$u_{15} = [1 \quad 1 \quad 1 \quad 1]^T$	$W_{15}^{(1)}$	$W_{15}^{(12)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(123)} / \sqrt{2}$	$W_{15}^{(1234)}$

trong đó $W_n^{(s)}$ đại diện ma trận được tạo bởi nhóm cột $\{s\}$ của ma trận $W_n = I - 2u_n u_n^H / u_n^H u_n$, và I là ma trận đơn vị 4×4 .

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa

chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 800 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 800 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.6, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Ngoài ra, các thuật ngữ “hệ thống” và “mạng” có thể được sử dụng thay cho nhau trong bản mô tả này. Thuật ngữ “và/hoặc” trong bản mô tả này mô tả chỉ mối quan hệ liên kết để mô tả các đối tượng liên kết và đại diện việc ba mối quan hệ có thể tồn tại. Chẳng hạn, A và/hoặc B có thể đại diện ba trường hợp dưới đây: Chỉ A tồn tại, cả A và B tồn tại, và chỉ B tồn tại.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, “B tương ứng A” đại diện rằng B và A được liên kết và B có thể được xác định theo

A. Tuy nhiên, nên hiểu thêm rằng xác định B theo A không có nghĩa là B được xác định chỉ theo A và B có thể còn được xác định theo A và/hoặc thông tin khác.

Như được thể hiện trên Fig.13, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến thiết bị người dùng 1000. Thiết bị người dùng 1000 gồm bộ xử lý 1100, bộ nhớ 1200, hệ thống đường truyền 1300, và bộ truyền 1400. Bộ xử lý 1100, bộ nhớ 1200, và bộ truyền 1400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 1300; bộ nhớ 1200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 1100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 1200, để điều khiển bộ truyền 1400 để truyền tín hiệu. Bộ xử lý 1100 được cấu hình để: xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; và xác định PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai. Bộ truyền 1400 được cấu hình để gửi PMI thứ nhất và PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n=0,1,...,15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n, và khoảng giá trị n là tập {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7}, {8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15}, {0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14}, hoặc {1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15}.

Do vậy, thông qua thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này

của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, bộ xử lý 1100 có thể là khối xử lý trung tâm (Central Processing Unit, viết tắt “CPU”). Bộ xử lý 1100 cũng có thể là bộ xử lý đa năng khác, bộ xử lý tín hiệu số (DSP-digital signal processor), mạch tích hợp dành riêng cho ứng dụng (application-specific integrated circuit-ASIC), mảng cổng lập trình được kiểu trường (field programmable gate array -FPGA), thiết bị logic lập trình được khác, cổng rời rạc, thiết bị logic tranzito, hoặc cơ cấu phần cứng rời rạc, hoặc tương tự. Bộ xử lý đa năng có thể là bộ vi xử lý, hoặc bộ xử lý cũng có thể là bộ xử lý thông thường bất kỳ hoặc tương tự.

Bộ nhớ 1200 có thể là bộ nhớ chỉ đọc hoặc bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên và đề cập đến lệnh và dữ liệu cho bộ xử lý 1100. Một phần của bộ nhớ 1200 có thể còn gồm bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên bất biến. Chẳng hạn, bộ nhớ 1200 có thể còn lưu trữ thông tin về các loại thiết bị khác.

Bên cạnh đường truyền hệ thống, hệ thống đường truyền 1300 có thể còn gồm đường truyền cung cấp điện, đường truyền điều khiển, đường truyền tín hiệu trạng thái, và đường truyền tương tự. Tuy nhiên, để tiện mô tả rõ ràng, các đường truyền khác nhau được minh họa dưới dạng hệ thống đường truyền 1300 trên hình vẽ.

Trong quá trình triển khai, các bước của các phương pháp nêu trên có thể được hoàn thiện bằng cách sử dụng mạch logic tích hợp có dạng phần cứng hoặc lệnh của dạng phần mềm trong bộ xử lý 1100. Các bước theo các phương pháp được bộc lộ theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được hoàn thiện ngay bởi bộ xử lý phần cứng, hoặc được hoàn thiện

bằng tổ hợp phần cứng và các môđun phần mềm trong bộ xử lý. Môđun phần mềm có thể được đặt trong vật lưu trữ theo giải pháp kỹ thuật đã biết, như bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên, bộ nhớ nhanh, bộ nhớ chỉ đọc, bộ nhớ chỉ đọc lập trình được, bộ nhớ chỉ đọc lập trình được xóa được bằng điện, hoặc thanh ghi. Vật lưu trữ được đặt trên bộ nhớ 1200, và bộ xử lý 1100 hoàn thành các bước của các phương pháp nêu trên bằng cách đọc thông tin trong bộ nhớ 1200 và bằng cách sử dụng phần cứng của nó, vốn không được mô tả chi tiết ở đây để tránh lặp lại.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i), \quad i = (n \bmod 4) + 1, \quad \alpha(i) = q_1^{2(i-1)}, \text{ và } A \text{ là hằng số.}$$

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương

ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 1100 bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$ hoặc $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 1000 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun ở thiết bị người dùng 1000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.1, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thông qua thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Như được thể hiện trên Fig.14, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến thiết bị người dùng 2000. Thiết bị người dùng 2000 gồm bộ xử lý 2100, bộ nhớ 2200, hệ thống đường truyền 2300, và bộ truyền 2400. Bộ

xử lý 2100, bộ nhớ 2200, và bộ truyền 2400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 2300; bộ nhớ 2200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 2100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 2200, để điều khiển bộ truyền 2400 để truyền tín hiệu. Bộ xử lý 2100 được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm mã trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng bậc, và các mã trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; và xác định giá trị được mã hóa chung tương ứng bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa chung và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai. Bộ truyền 2400 được cấu hình để gửi giá trị được mã hóa chung đến trạm cơ sở, trong đó các mã trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15; \quad \text{và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các mã trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 2100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác

định bởi bộ xử lý 2100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 2000 theo phương án thực hiện này

của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong thiết bị người dùng 2000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.2, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Như được thể hiện trên Fig.15, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến thiết bị người dùng 3000. Thiết bị người dùng 3000 gồm bộ xử lý 3100, bộ nhớ 3200, hệ thống đường truyền 3300, và bộ truyền 3400. Bộ xử lý 3100, bộ nhớ 3200, và bộ truyền 3400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 3300; bộ nhớ 3200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 3100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 3200, để điều khiển bộ truyền 3400 để truyền tín hiệu. Bộ xử lý 3100 được cấu hình để xác định bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền; xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai; và xác định PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất, trong đó PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai. Bộ truyền 1400 được cấu hình để gửi PMI thứ hai được sử dụng cho chỉ báo ma trận tiền mã hóa thứ nhất đến trạm cơ sở, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong} \quad \text{đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15; \quad \text{và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 3100 bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a , chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng $a+8$, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 3100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 3100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 3100 bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 học F2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác

định bởi bộ xử lý 3100 bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là: bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G; bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G; hoặc bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng thiết bị người dùng 3000 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng thiết bị người dùng thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong thiết bị người dùng 3000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.3, không được mô tả thêm ở đây để ngắn

gọn.

Do vậy, thiết bị người dùng theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Như được thể hiện trên Fig.16, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến trạm cơ sở 6000. Trạm cơ sở 6000 gồm bộ xử lý 6100, bộ nhớ 6200, hệ thống đường truyền 6300, và bộ tiếp nhận 6400. Bộ xử lý 6100, bộ nhớ 6200, và bộ tiếp nhận 6400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 6300; bộ nhớ 6200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 6100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 6200, để điều khiển bộ tiếp nhận 6400 để tiếp nhận tín hiệu. Bộ tiếp nhận 6400 được cấu hình để tiếp nhận bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền, PMI thứ nhất, và PMI thứ hai được gửi bởi thiết bị người dùng; bộ xử lý 6100 được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ nhất và PMI thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ nhất, và PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{1, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, thông qua trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng

chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, nhóm ma trận tiền mã hóa tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất gồm các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$, trong đó các ma trận tiền mã hóa $U1$ và $U2$ được chỉ báo bởi chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó:

$$U1 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ \beta v \end{bmatrix}, \quad U2 = \frac{1}{A} \begin{bmatrix} v \\ -\beta v \end{bmatrix}, \quad v = \begin{bmatrix} 1 \\ q_1^{n+(8n \bmod 32)} \end{bmatrix},$$

$\beta = j^{\lfloor n/4 \rfloor} * \alpha(i)$, $i = (n \bmod 4) + 1$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$, và A là hằng số.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 1, PMI thứ nhất, PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định theo Bảng C1, C2, C3, hoặc C4.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 6100 bằng 2, khoảng giá trị n có thể là tập $\{0, 1, 2, 3, 4,$

5, 6, 7} hoặc {8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15}.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 6000 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 6000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.4, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, thông qua trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế, nhiều ma trận tiền mã hóa áp dụng cho anten mảng tuyến tính đồng dạng có thể được chỉ báo mà không thay đổi chế độ phản hồi hoặc các bit phản hồi, và cũng có thể được đảm bảo rằng hiệu năng áp dụng của anten lưỡng cực không bị ảnh hưởng, sao cho hiệu năng hệ thống có thể được cải thiện và trải nghiệm người dùng có thể được tăng cường.

Như được thể hiện trên Fig.17, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến trạm cơ sở 7000. Trạm cơ sở 7000 gồm bộ xử lý 7100, bộ nhớ 7200, hệ thống đường truyền 7300, và bộ tiếp nhận 7400. Bộ xử lý 7100, bộ nhớ 7200, và bộ tiếp nhận 7400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 7300; bộ nhớ 7200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 7100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 7200, để điều khiển bộ tiếp nhận 7400 để tiếp nhận tín hiệu. Bộ tiếp nhận

7400 được cấu hình để tiếp nhận giá trị được mã hóa chung được gửi bởi thiết bị người dùng; bộ xử lý 7100 được cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa chung, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng bậc, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 7100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 7100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa

chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng D.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi số bit mang giá trị được mã hóa chung bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa chung và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo Bảng E.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 7000 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 7000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên

Fig.5, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Như được thể hiện trên Fig.18, phương án thực hiện sáng chế còn đề cập đến trạm cơ sở 8000. Trạm cơ sở 8000 gồm bộ xử lý 8100, bộ nhớ 8200, hệ thống đường truyền 8300, và bộ tiếp nhận 8400. Bộ xử lý 8100, bộ nhớ 8200, và bộ tiếp nhận 8400 được kết nối bằng cách sử dụng hệ thống đường truyền 8300; bộ nhớ 8200 được cấu hình để lưu trữ lệnh, và bộ xử lý 8100 được cấu hình để thực thi lệnh được lưu trữ bởi bộ nhớ 8200, để điều khiển bộ tiếp nhận 8400 để tiếp nhận tín hiệu. Bộ tiếp nhận 8400 được cấu hình để tiếp nhận PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và bậc được sử dụng cho chỉ báo số tầng truyền được gửi bởi thiết bị người dùng; bộ xử lý 8100 được cấu hình để xác định ma trận tiền mã hóa thứ nhất trong nhóm bảng mã tương ứng bậc theo PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó việc tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã được đại diện bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, PMI thứ hai và chỉ số bảng mã thứ hai có phép tương ứng thứ nhất, và đối với một chỉ số bảng mã thứ nhất cho trước, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai là tập con riêng của khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai, trong đó các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình dưới đây:

$$W=W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \text{ và } n = 0, 1, \dots, 15;$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng một giá trị n , và khoảng giá trị n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$; và

khi bậc được tiếp nhận bởi bộ tiếp nhận 8400 bằng 2, trong các nhóm ma trận tiền mã hóa được xác định theo chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng khoảng giá trị PMI thứ hai, nhóm ma trận tiền mã hóa thứ nhất tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ và nhóm ma trận tiền mã hóa thứ hai tương ứng chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ loại trừ lẫn nhau, trong đó chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a, chỉ số bảng mã thứ nhất $i_{1,a+8}$ đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng n có giá trị bằng a+8, và $a \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 8100 bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình (5).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 8100 bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình (6) hoặc phương trình (7).

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 8100 bằng 2, các mối quan hệ tương hỗ giữa PMI thứ hai, chỉ số bảng mã thứ nhất, và chỉ số bảng mã thứ hai được xác định theo Bảng F1 hoặc F2.

Một cách tùy chọn, theo một phương án thực hiện, khi bậc được xác định bởi bộ xử lý 8100 bằng 3 hoặc 4, các ma trận tiền mã hóa có trong nhóm bảng mã tương ứng bậc là: bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 0 đến 3 trong Bảng G; bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 4 đến 7 trong Bảng G; hoặc bốn ma trận tiền mã hóa có các chỉ số bảng mã 12 đến 15 trong Bảng G.

Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bằng 1, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng A; Nên hiểu thêm rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi bậc được xác định bởi UE bằng 2, các ma trận tiền mã hóa W có trong nhóm bảng mã được xác định theo Bảng B1 hoặc B2. Nên hiểu rằng theo phương án thực hiện này của sáng chế, giá trị được mã hóa chung đại diện giá trị được tạo bằng cách thực hiện mã hóa chung trên bậc và PMI thứ nhất, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Theo phương án thực hiện này của sáng chế, một cách tùy chọn, khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết. Một cách tùy chọn, việc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất và khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai có mối quan hệ liên kết gồm: khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ hai tương ứng PMI thứ hai được xác định duy nhất theo giá trị và/hoặc khoảng giá trị chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng PMI thứ nhất.

Nên hiểu rằng trạm cơ sở 8000 theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể tương ứng trạm cơ sở thực hiện phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten theo phương án thực hiện sáng chế, và các hoạt động nêu trên và khác và/hoặc các chức năng của các môđun trong trạm cơ sở 8000 được sử dụng để triển khai thủ tục tương ứng của phương pháp trên Fig.6, không được mô tả thêm ở đây để ngắn gọn.

Do vậy, trạm cơ sở theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể ngăn ngừa vấn đề trong đó các ma trận tiền mã hóa được lặp lại sau khi lấy mẫu phụ, nhờ đó cải thiện hiệu năng hệ thống và tăng cường trải nghiệm người dùng.

Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể nhận thức rằng,

cùng với các ví dụ được mô tả theo các phương án thực hiện được bộc lộ trong bản mô tả này, các khối và các bước thuật toán có thể được triển khai bởi phần cứng điện tử, phần mềm máy tính, hoặc kết hợp của chúng. Để hiểu rõ mức độ qua lại giữa phần cứng và phần mềm, phần trên đã mô tả chung các thành phần và các bước của mỗi một ví dụ theo các chức năng. Liệu các chức năng có được thực hiện bởi phần cứng hoặc phần mềm hay không phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể các điều kiện ràng buộc thiết kế theo các giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để triển khai các chức năng được mô tả cho mỗi một ứng dụng cụ thể, nhưng không được xem là việc triển khai vượt quá phạm vi sáng chế.

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu rõ rằng, để mô tả ngắn gọn và thuận tiện, cho quá trình làm việc chi tiết của hệ thống, thiết bị, và khối nêu trên, phần viện dẫn có thể được thực hiện với quá trình tương ứng trong phương pháp nêu trên theo các phương án thực hiện, và các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Theo một số phương án thực hiện được đề cập trong sáng chế, nên hiểu rằng hệ thống, thiết bị và phương pháp được bộc lộ có thể được triển khai theo các cách khác. Chẳng hạn, theo phương án thực hiện sáng chế, thiết bị được mô tả chỉ lấy làm ví dụ. Chẳng hạn, việc phân chia khối chỉ là phân chia về logic và có thể là phân chia khác khi triển khai thực tế. Chẳng hạn, các khối hoặc thành phần có thể được kết hợp hoặc tích hợp vào hệ thống khác, hoặc một số ví dụ có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các kết nối qua lại hoặc kết nối gián tiếp hoặc kết nối truyền thông được đề cập hoặc hiển thị có thể được triển khai thông qua các giao diện. Các kết nối gián tiếp hoặc các kết nối truyền thông giữa các thiết bị hoặc các khối có thể được triển khai ở dạng điện tử, cơ khí hoặc các dạng khác.

Các khối được mô tả dưới dạng các phần riêng rẽ hoặc có thể không

riêng rẽ về mặt vật lý, và các phần được hiển thị như là các khối có thể hoặc không phải là các khối vật lý, có thể được đặt ở một vị trí hoặc có thể được phân tán trên các khối mạng. Một phần hoặc tất cả các khối này có thể được chọn theo yêu cầu thực tế để đạt được các mục đích của các giải pháp theo các phương án thực hiện sáng chế.

Ngoài ra, các khối chức năng theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được tích hợp trong một khối xử lý, hoặc mỗi một khối có thể tồn tại độc lập về mặt vật lý, hoặc hai hoặc nhiều khối hơn được tích hợp vào một khối. Khối tích hợp có thể được triển khai dưới dạng phần cứng, hoặc có thể được triển khai dưới dạng khối chức năng phần mềm.

Khi khối tích hợp được triển khai dưới dạng khối chức năng phần mềm và được bán hoặc sử dụng như là sản phẩm độc lập, khối tích hợp có thể được lưu trữ trong vật lưu trữ máy tính đọc được. Dựa trên hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật sáng chế chủ yếu, hoặc một phần đóng góp vào giải pháp kỹ thuật đã biết, hoặc tất cả hoặc một phần các giải pháp kỹ thuật có thể được triển khai dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm được lưu trữ trong vật lưu trữ và gồm một số lệnh để chỉ thị thiết bị máy tính (vốn có thể là máy tính cá nhân, máy chủ, hoặc thiết bị người dùng) để thực hiện tất cả hoặc một phần của các bước của các phương pháp được mô tả theo các phương án thực hiện sáng chế. Vật lưu trữ nêu trên gồm: vật bất kỳ có thể lưu trữ mã chương trình, như ổ nhớ nhanh USB, ổ cứng tháo được, bộ nhớ chỉ đọc (ROM, Read Only Memory), bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên (RAM, Random Access Memory), đĩa từ, hoặc đĩa quang.

Các phần mô tả nêu trên chỉ là các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế, mà không được nhằm giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Cải biến hoặc thay thế bất kỳ dễ được đoán ra bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật được bộc lộ theo sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế. Do vậy, phạm vi bảo hộ của sáng chế sẽ

phụ thuộc vào phạm vi bảo hộ của các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten bao gồm các bước:

xác định bậc được sử dụng để chỉ báo số tầng truyền;

xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng với bậc, và các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong nhóm bảng mã được biểu diễn bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai;

xác định giá trị được mã hóa đồng thời tương ứng với bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa đồng thời và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai; và

gửi giá trị được mã hóa đồng thời đến BS (base station – trạm cơ sở), trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W được bao gồm trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình sau:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một giá trị của n , và khoảng giá trị của n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng

$\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng D sau:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0-7	1	$I_{RI/PMI1}$
8-15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng E sau:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

6. Phương pháp truyền ma trận tiền mã hóa 4-anten bao gồm các bước:

tiếp nhận giá trị được mã hóa đồng thời được gửi bởi UE (user equipment – thiết bị người dùng); và

xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng để chỉ báo số tầng truyền theo giá trị được mã hóa đồng thời, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó:

giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng với bậc, các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong nhóm bảng mã được biểu diễn bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W được bao gồm trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương

trình sau:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một giá trị của n , và khoảng giá trị của n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó khi bậc được xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vectơ cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

8. Phương pháp theo điểm 6, trong đó khi bậc được xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng D sau:

Bảng D

$I_{RI/PM11}$	RI	i_1
0-7	1	$I_{RI/PM11}$
8-15	2	$I_{RI/PM11} - 8$

trong đó $I_{RI/PM11}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng E sau:

Bảng E

$I_{RI/PM11}$	RI	i_1
0-3	1	$2 \times I_{RI/PM11}$
4-7	2	$2 \times (I_{RI/PM11} - 4)$

trong đó $I_{RI/PM11}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

11. Thiết bị người dùng bao gồm:

môđun xác định, được tạo cấu hình để xác định bậc được sử dụng để chỉ báo số tầng truyền, còn được tạo cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, trong đó nhóm bảng mã tương ứng với bậc, và các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong nhóm bảng mã được biểu diễn bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và còn được tạo cấu hình để xác định giá trị được mã hóa đồng thời tương ứng với bậc và giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó giá trị được mã hóa đồng thời và bậc có phép tương ứng thứ nhất, và giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất có phép tương ứng thứ hai; và

môđun gửi, được tạo cấu hình để gửi giá trị được mã hóa đồng thời được xác định bởi môđun xác định đến BS, trong đó:

các ma trận tiền mã hóa W được bao gồm trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình sau:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} \mathbf{X}_n & 0 \\ 0 & \mathbf{X}_n \end{bmatrix},$$

$$\mathbf{X}_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và} \quad n = 0, 1, \dots, 15; \quad \text{và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một giá trị của n, và khoảng giá trị của n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0,$

2, 4, 6}, {1, 3, 5, 7}, {8, 10, 12, 14}, hoặc {9, 11, 13, 15}.

12. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, trong đó phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

13. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}$; hoặc

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} \quad (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4x1, phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

14. Thiết bị người dùng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 13, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng

giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng D sau:

Bảng D

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–7	1	$I_{RI/PMI1}$
8–15	2	$I_{RI/PMI1} - 8$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

15. Thiết bị người dùng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 11 đến 13, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng E sau:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

16. Trạm cơ sở bao gồm:

môđun tiếp nhận, được tạo cấu hình để tiếp nhận giá trị được mã hóa đồng thời được gửi bởi UE; và

môđun xác định, được tạo cấu hình để xác định giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất và bậc được sử dụng để chỉ báo số tầng truyền theo giá trị

được mã hóa đồng thời được tiếp nhận bởi môđun tiếp nhận, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất, trong đó:

giá trị của chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một nhóm ma trận tiền mã hóa trong nhóm bảng mã, nhóm bảng mã tương ứng với bậc, các ma trận tiền mã hóa được bao gồm trong nhóm bảng mã được biểu diễn bởi chỉ số bảng mã thứ nhất và chỉ số bảng mã thứ hai, và các ma trận tiền mã hóa W được bao gồm trong nhóm bảng mã thỏa mãn phương trình sau:

$$W = W_1 \times W_2, \quad \text{trong đó} \quad W_1 = \begin{bmatrix} X_n & 0 \\ 0 & X_n \end{bmatrix},$$

$$X_n = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ q_1^n & q_1^{n+8} & q_1^{n+16} & q_1^{n+24} \end{bmatrix}, \quad q_1 = e^{j2\pi/32}, \quad \text{và } n = 0, 1, \dots, 15; \text{ và}$$

chỉ số bảng mã thứ nhất tương ứng với một giá trị của n , và khoảng giá trị của n là tập $\{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$, $\{8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, $\{0, 2, 4, 6\}$, $\{1, 3, 5, 7\}$, $\{8, 10, 12, 14\}$, hoặc $\{9, 11, 13, 15\}$.

17. Trạm cơ sở theo điểm 16, trong đó khi bậc được xác định bởi môđun xác định bằng 1, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ \alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ j\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -\alpha(i)Y \end{bmatrix}, \frac{1}{A} \begin{bmatrix} Y \\ -j\alpha(i)Y \end{bmatrix} \right\},$$

trong đó $Y \in \{e_1, e_2, e_3, e_4\}$, $\alpha(i) = q_1^{2(i-1)}$; khi Y bằng e_1 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(1)$; khi Y bằng e_2 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(2)$; khi Y bằng e_3 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(3)$; khi Y bằng e_4 , $\alpha(i)$ bằng $\alpha(4)$; e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , trong đó phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; A là hằng số.

18. Trạm cơ sở theo điểm 16, trong đó khi bậc được xác định bởi môđun

xác định bằng 2, W_2 thỏa mãn phương trình sau:

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\}$$

$$(Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4), (e_1, e_2), (e_2, e_3), (e_1, e_4), (e_2, e_4)\}; \text{ hoặc}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ -Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_2, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_1 & -Y_2 \end{bmatrix}, \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ jY_1 & -jY_2 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_1), (e_2, e_2), (e_3, e_3), (e_4, e_4)\}$$

$$W_2 \in \left\{ \frac{1}{B} \begin{bmatrix} Y_1 & Y_2 \\ Y_2 & -Y_1 \end{bmatrix} \right\} (Y_1, Y_2) \in \{(e_1, e_3), (e_2, e_4), (e_3, e_1), (e_4, e_2)\}$$

trong đó e_i đại diện vector cột có chiều 4×1 , phần tử thứ i trong e_i bằng 1, tất cả các phần tử khác là 0, và $i \in \{1, 2, 3, 4\}$; B là hằng số.

19. Trạm cơ sở theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 18, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 4, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo bảng D sau:

Bảng D

$I_{RI/PM1}$	RI	i_1
0-7	1	$I_{RI/PM1}$
8-15	2	$I_{RI/PM1} - 8$

trong đó $I_{RI/PM1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

20. Trạm cơ sở theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 18, trong đó khi số bit mang giá trị được mã hóa đồng thời bằng 3, phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và bậc và phép tương ứng giữa giá trị được mã hóa đồng thời và chỉ số bảng mã thứ nhất được xác định theo

bảng E sau:

Bảng E

$I_{RI/PMI1}$	RI	i_1
0–3	1	$2 \times I_{RI/PMI1}$
4–7	2	$2 \times (I_{RI/PMI1} - 4)$

trong đó $I_{RI/PMI1}$ đại diện giá trị được mã hóa đồng thời, RI đại diện bậc, và i_1 đại diện chỉ số bảng mã thứ nhất.

21. Hệ thống truyền thông bao gồm:

thiết bị người dùng (UE) và trạm cơ sở (BS) truyền thông với nhau, trong đó UE thực thi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 và BS thực thi phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10.

22. Vật lưu trữ máy tính đọc được bao gồm chương trình khiến bộ xử lý trong thiết bị người dùng thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5.

23. Vật lưu trữ máy tính đọc được bao gồm chương trình khiến bộ xử lý trong trạm cơ sở thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10.

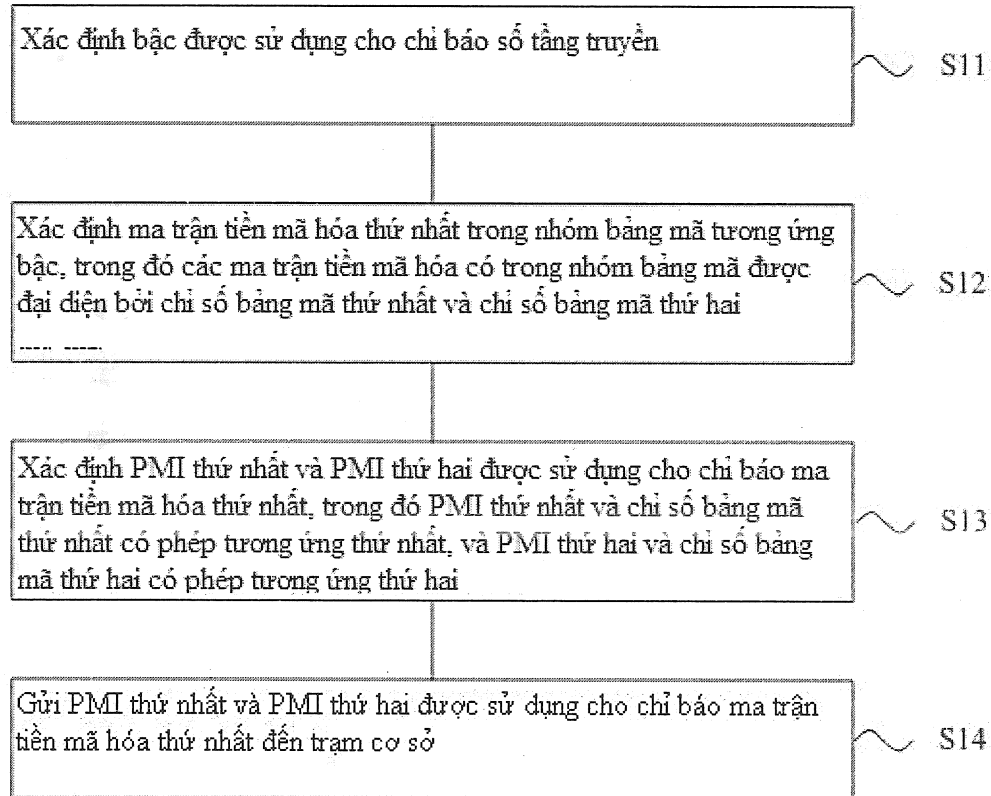
10

Fig. 1

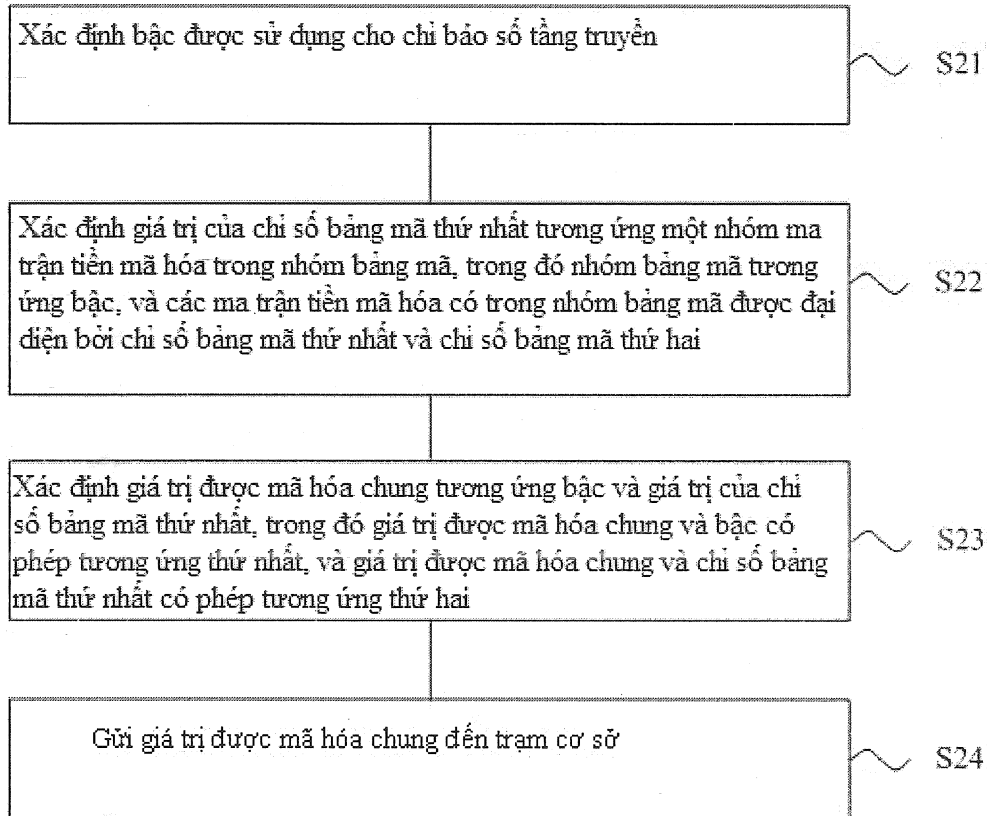
20

Fig.2

3/9

30

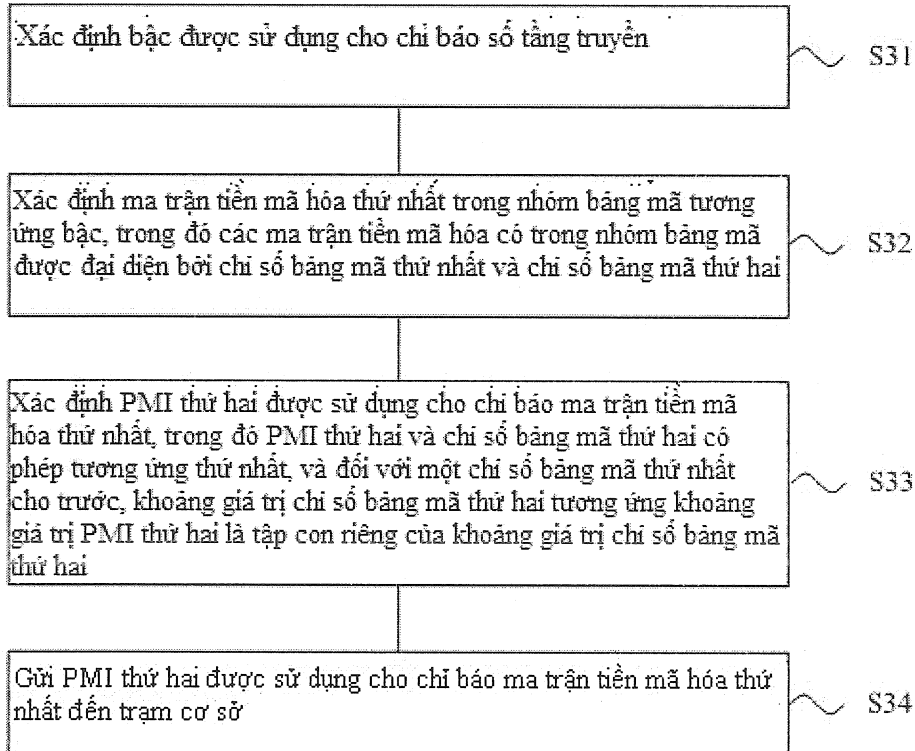
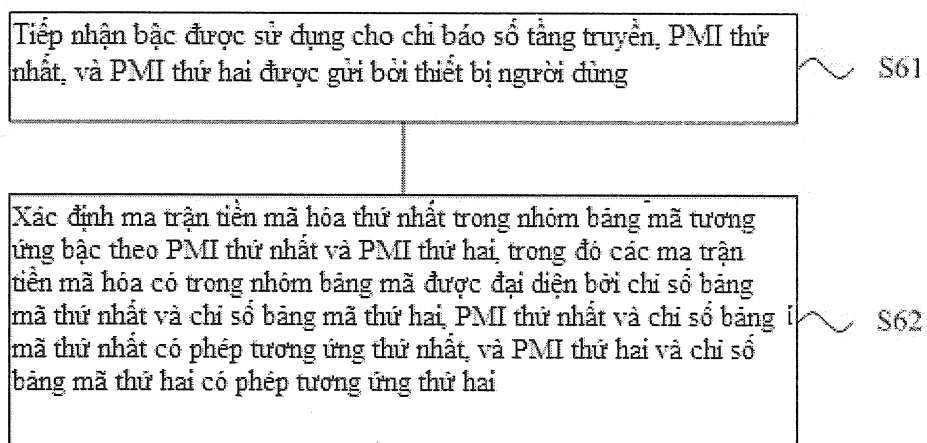


Fig. 3

60

Fig. 4



4/9

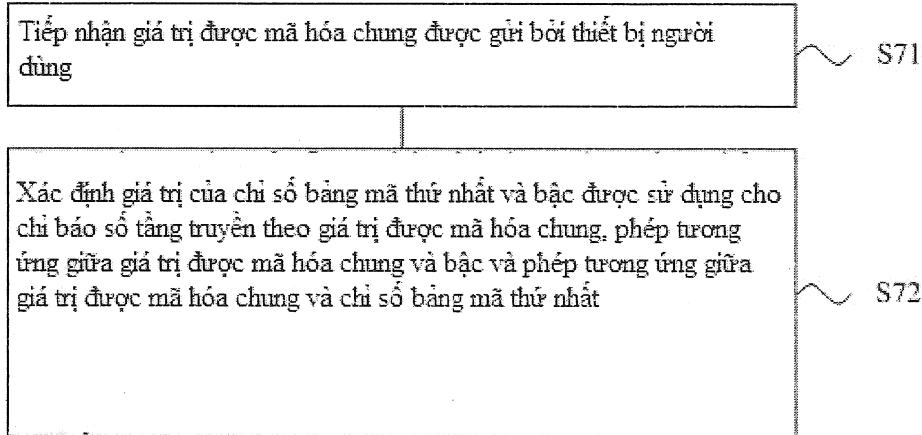
70

Fig.5

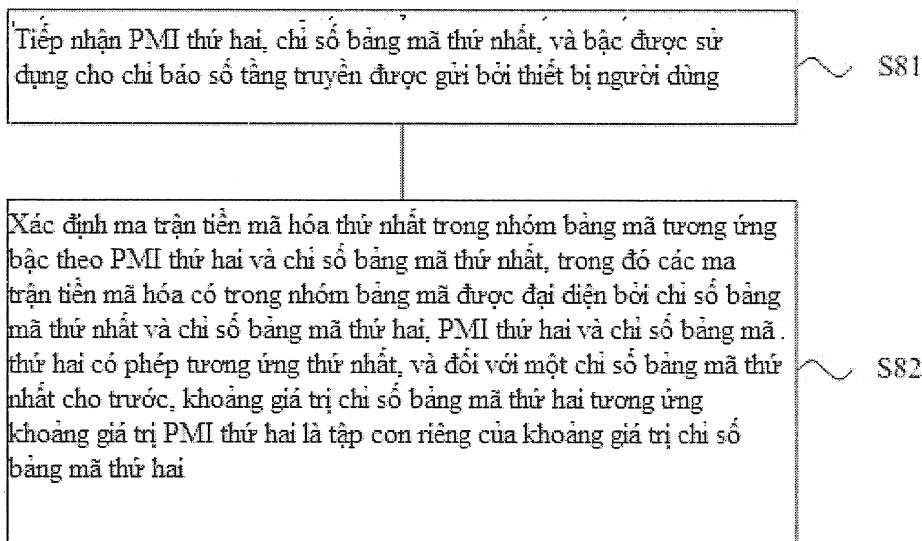
80

Fig.6

5/9

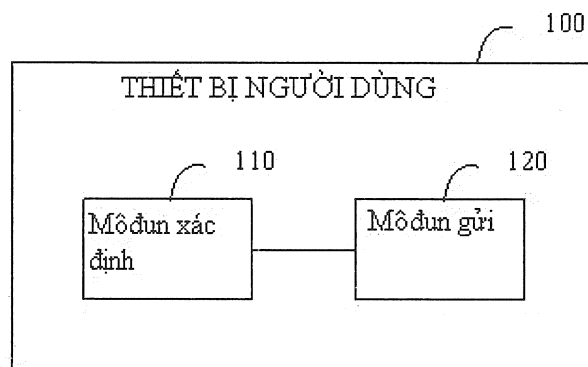


Fig.7

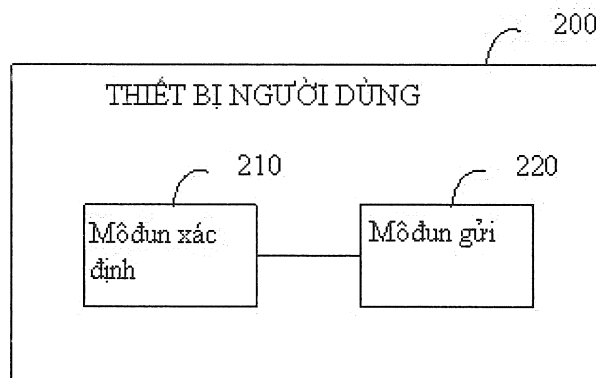


Fig.8

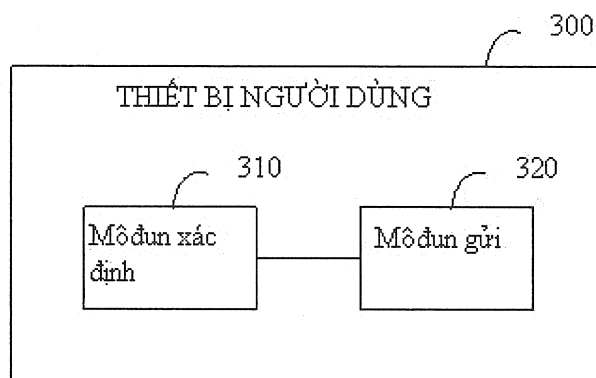


Fig.9

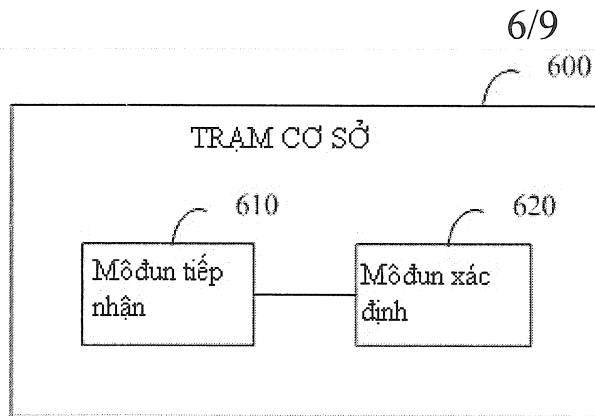


Fig.10

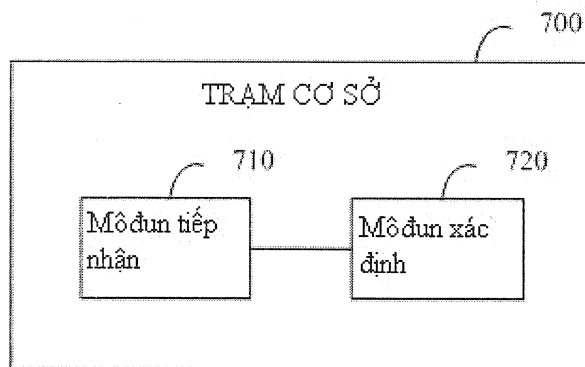


Fig.11

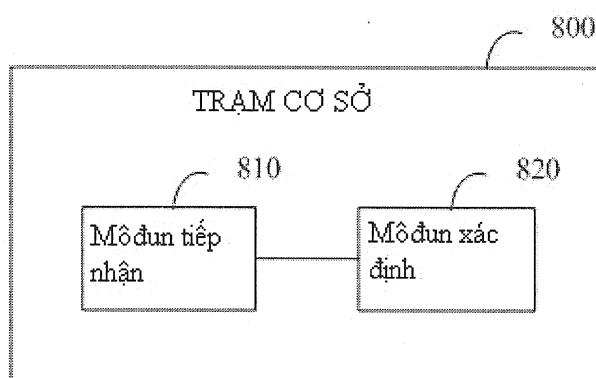


Fig.12

7/9

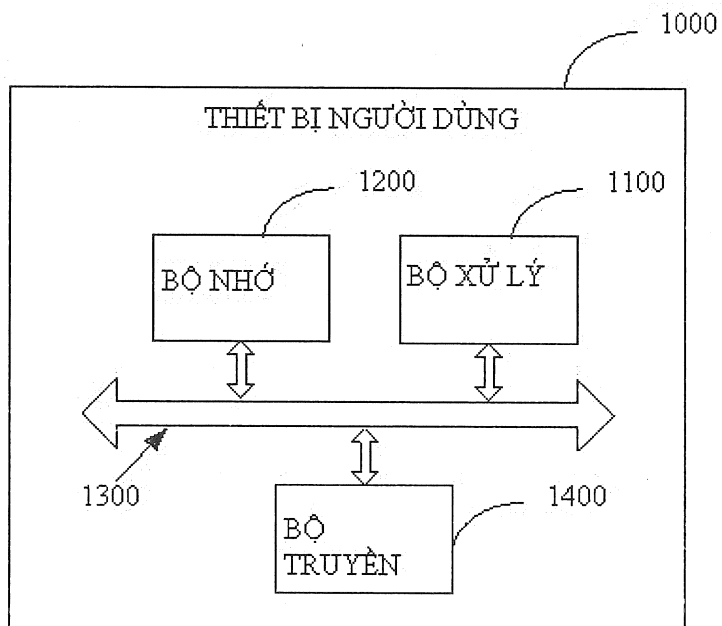


Fig.13

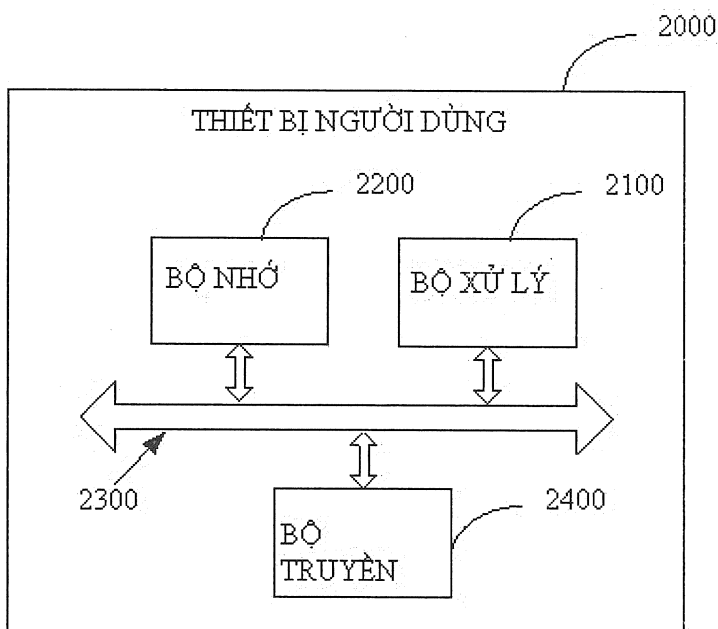


Fig.14

8/9

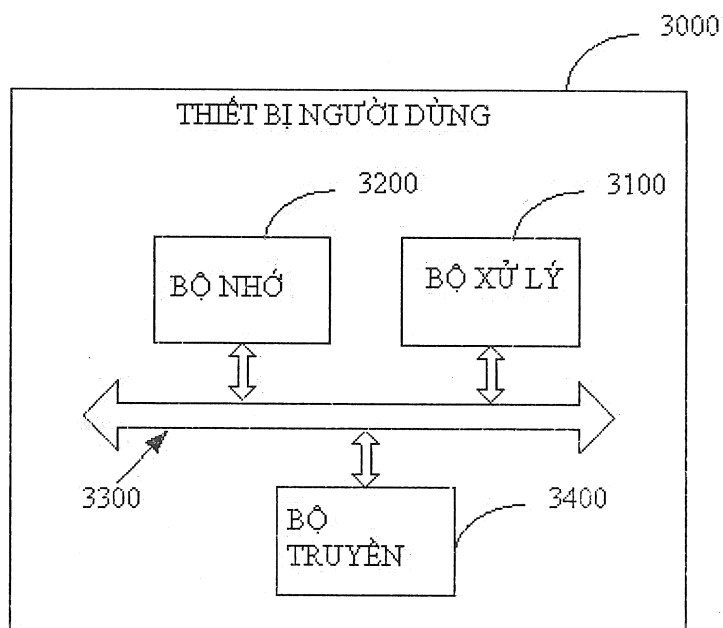


Fig.15

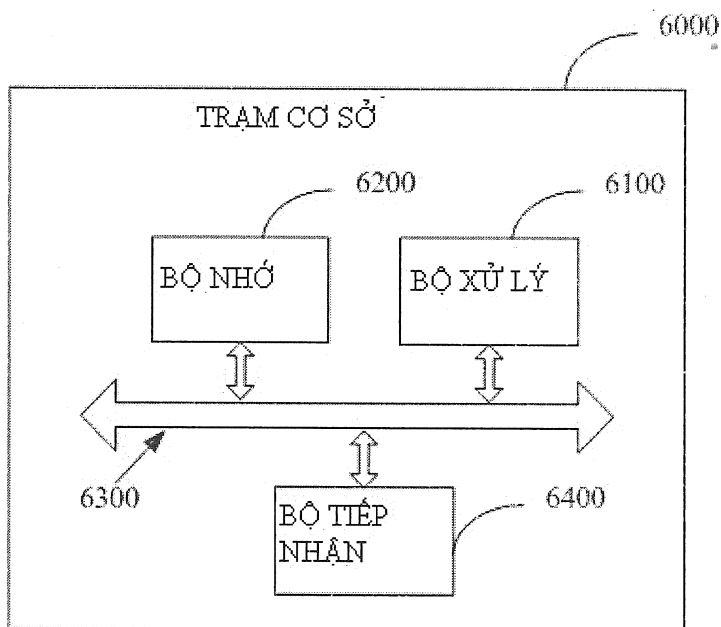


Fig.16

9/9

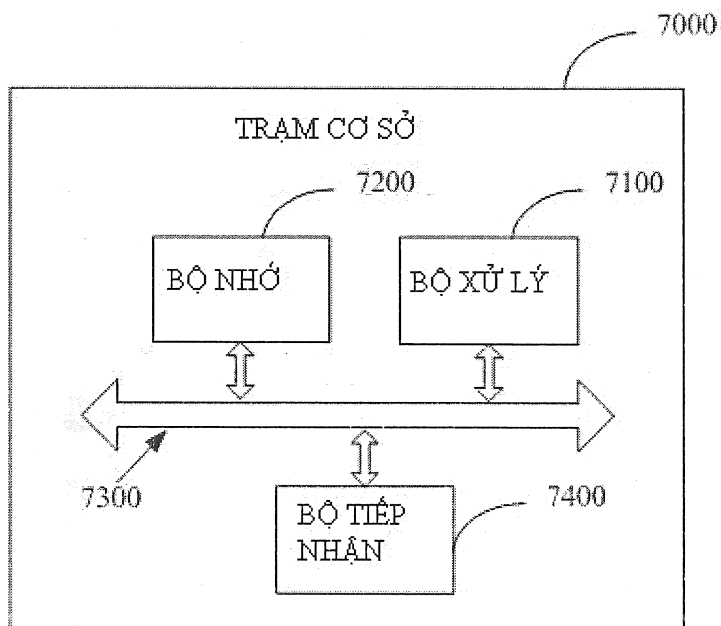


Fig.17

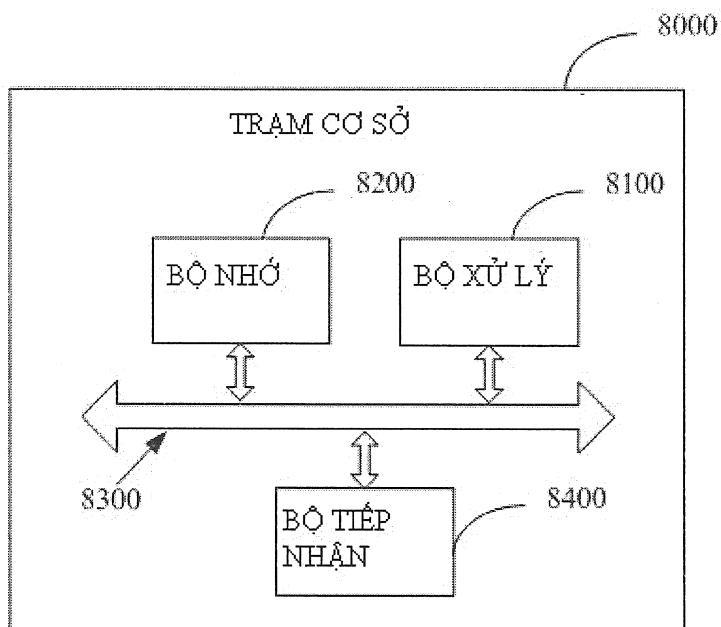


Fig.18