



(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



1-0022897

(51)⁷ H04J 99/00, H04B 7/04

(13) B

(21) 1-2017-04940

(22) 17.10.2011

(62) 1-2013-00362

(86) PCT/JP2011/005801 17.10.2011

(87) WO2012/053185A1 26.04.2012

(30) 2010-234061 18.10.2010 JP

2010-275164 09.12.2010 JP

(45) 27.01.2020 382

(43) 26.02.2018 359

(73) Sun Patent Trust (US)

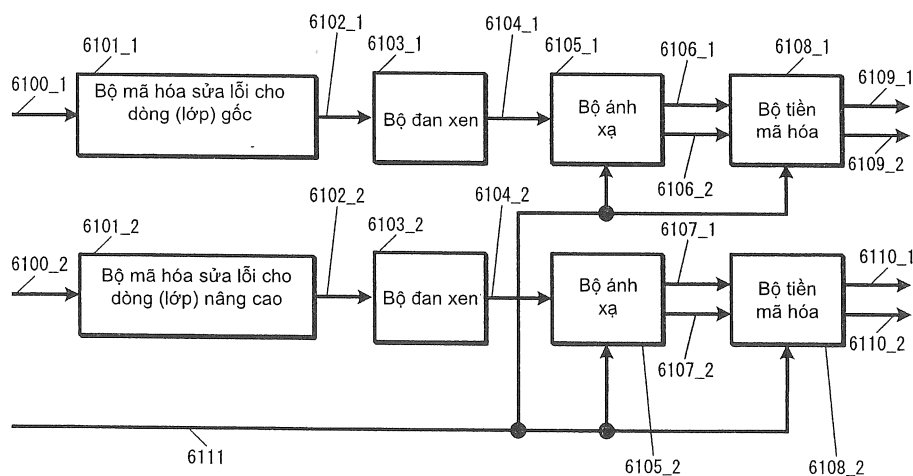
450 Lexington Avenue, 38th Floor, New York, NY 10017 United States of America

(72) MURAKAMI, Yutaka (JP), KIMURA, Tomohiro (JP), OUCHI, Mikihiro (JP)

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

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN, HỆ THỐNG TRUYỀN, PHƯƠNG PHÁP THU VÀ THIẾT BỊ THU

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp truyền, hệ thống truyền, phương pháp thu và thiết bị thu, phương pháp tiền mã hóa để tạo ra, từ các tín hiệu dải gốc, các tín hiệu được tiền mã hóa được truyền trên cùng dải thông tần số tại cùng thời điểm, bao gồm các bước là lựa chọn ma trận $F[i]$ từ trong số N ma trận, mà xác định việc tiền mã hóa được thực hiện trên các tín hiệu dải gốc, trong khi chuyển đổi giữa N ma trận, i là số nguyên từ 0 đến $N - 1$, và N là số nguyên nhỏ nhất là hai, tạo ra tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất $z1$ và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai $z2$, tạo ra khối được mã hóa thứ nhất và khối được mã hóa thứ hai sử dụng phương pháp mã hóa khối sửa lỗi được xác định trước, tạo ra tín hiệu dải gốc với M ký hiệu từ khối được mã hóa thứ nhất và tín hiệu dải gốc với M ký hiệu từ khối được mã hóa thứ hai, và tiền mã hóa kết hợp của các tín hiệu dải gốc được tạo ra để tạo ra tín hiệu được tiền mã hóa có M khe.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tiền mã hóa, thiết bị tiền mã hóa, phương pháp truyền, thiết bị truyền, phương pháp thu, và thiết bị thu mà thực hiện việc truyền thông sử dụng đa anten.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Đa đầu vào – đa đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output (MIMO)) là ví dụ thông thường của phương pháp truyền thông sử dụng đa anten. Trong truyền thông đa anten, mà truyền thông MIMO là đại diện, nhiều tín hiệu truyền mà đều được điều chế, và mỗi tín hiệu được điều chế được truyền từ các anten khác nhau tại cùng một thời điểm để tăng tốc độ truyền dữ liệu.

Fig.28 thể hiện ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu khi số lượng của anten truyền là hai, số lượng của anten thu là hai, và số lượng của tín hiệu điều chế cho việc truyền (các dòng truyền) là hai. Trong thiết bị truyền, dữ liệu mã hóa được đan xen, dữ liệu đan xen được điều chế, và việc chuyển đổi tần số hoặc loại tương tự được thực hiện để tạo ra các tín hiệu truyền, và các tín hiệu truyền được truyền từ các anten. Trong trường hợp này, phương pháp truyền đồng thời các tín hiệu được điều chế khác nhau từ các anten truyền khác nhau tại cùng thời điểm và tại cùng tần số là MIMO ghép kênh theo không gian.

Trong trường hợp này, có được đề xuất trong tài liệu sáng chế 1 để sử dụng thiết bị truyền có bố trí mẫu đan xen khác nhau cho mỗi anten truyền. Nói cách khác, thiết bị truyền trên Fig.28 sẽ có hai mẫu đan xen khác nhau với hai bộ đan xen tương ứng (π_a , π_b). Như được thể hiện trong tài liệu không phải sáng chế 1 và tài liệu không phải sáng chế 2, chất lượng thu được cải thiện trong thiết bị thu bằng cách thực hiện lặp của phương pháp dò tìm pha mà sử dụng các giá trị mềm (bộ dò tìm MIMO trên Fig.28).

Các mô hình của các môi trường truyền sóng thực tế trong việc truyền thông không dây bao gồm tầm nhìn không thẳng (Non-Line Of Sight, viết tắt là NLOS), mà môi trường pha đin Rayleigh là đại diện, và tầm nhìn thẳng (Line Of Sight, viết

tất là LOS), mà môi trường pha đin Rician là đại diện. Khi thiết bị truyền truyền một tín hiệu được điều chế, và thiết bị thu thực hiện việc kết hợp tỷ lệ tối đa trên các tín hiệu thu được bởi các anten và sau đó giải điều chế và giải mã tín hiệu thu được từ việc kết hợp tỷ lệ tối đa, chất lượng thu ưu việt có thể thu được trong môi trường LOS, cụ thể trong môi trường mà hệ số Rician là lớn, mà chỉ báo tỷ lệ của công suất thu của các sóng trực tiếp trên công suất thu của các sóng tán xạ. Tuy nhiên, phụ thuộc vào hệ thống truyền (ví dụ, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian), vấn đề xảy ra rằng chất lượng thu suy giảm khi hệ số Rician tăng (xem tài liệu không phải sáng chế 3).

Fig.29A và Fig.29B thể hiện ví dụ về các kết quả mô phỏng của các đặc tính tỷ lệ lỗi bit (BER) (trục dọc: BER, trục ngang: tỷ lệ công suất tín hiệu trên tạp âm (SNR)) đối với dữ liệu được mã hóa bằng mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low-Density Parity-Check, viết tắt là LDPC) và được truyền trên hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian 2 x 2 (hai anten truyền, hai anten thu) trong môi trường pha đin Rayleigh và trong môi trường pha đin Rician với các hệ số Rician là $K = 3$, 10, và 16 dB. Fig.29A thể hiện các đặc tính BER của xác suất hậu nghiệm (APP) Max-log mà không có dò tìm lặp (xem tài liệu không phải sáng chế 1 và tài liệu không phải sáng chế 2), và Fig.29B thể hiện các đặc tính BER của Max-log-APP với dò tìm lặp (xem tài liệu không phải sáng chế 1 và tài liệu không phải sáng chế 2) (số lần lặp: năm). Rõ ràng từ Fig.29A và Fig.29B, mà không quan tâm đến việc dò tìm pha lặp có được thực hiện hay không, chất lượng thu suy giảm trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian do hệ số Rician tăng lên. Rõ ràng rằng vấn đề duy nhất của “việc suy giảm chất lượng thu sau khi làm ổn định môi trường lan truyền trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian”, mà không tồn tại trong hệ thống truyền đơn tín hiệu điều chế thông thường, xuất hiện trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian.

Truyền thông phát rộng hoặc đa hướng là dịch vụ truyền trực tiếp tới các người dùng trong tầm nhìn thẳng. Môi trường lan truyền sóng vô tuyến giữa trạm phát rộng và thiết bị mà thuộc về các người dùng thường là môi trường LOS. Khi sử dụng hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian có vấn đề nêu trên cho việc

truyền thông phát rộng hoặc đa hướng, trường hợp có thể xảy ra trong đó cường độ trường điện thu được là cao tại thiết bị thu, nhưng việc suy giảm chất lượng thu làm cho không thể thu được dịch vụ. Nói cách khác, để sử dụng hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian trong truyền thông phát rộng hoặc đa hướng trong cả môi trường NLOS và môi trường LOS, có mong muốn phát triển hệ thống MIMO mà đạt được mức chất lượng thu nào đó.

Tài liệu không phải sáng chế 8 mô tả phương pháp để lựa chọn bảng mã được sử dụng trong việc tiền mã hóa (tức là ma trận tiền mã hóa, cũng được gọi là ma trận trọng số tiền mã hóa) dựa trên thông tin phản hồi từ đối tác truyền thông. Tài liệu không phải sáng chế 8 không bộc lộ, tuy nhiên, phương pháp tiền mã hóa trong môi trường trong đó thông tin phản hồi không thể thu được từ đối tác truyền thông, như trong truyền thông phát rộng hoặc đa hướng nêu trên.

Mặt khác, tài liệu không phải sáng chế 4 bộc lộ phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa theo thời gian. Phương pháp này có thể được áp dụng ngay cả khi không có thông tin phản hồi khả dụng. Tài liệu không phải sáng chế 4 bộc lộ sử dụng ma trận đơn nguyên như là ma trận cho việc tiền mã hóa và việc chuyển đổi ma trận đơn nguyên một cách ngẫu nhiên nhưng không bộc lộ phương pháp có thể áp dụng tới việc suy giảm chất lượng thu trong môi trường LOS nêu trên. Tài liệu không phải sáng chế 4 đơn giản thể hiện việc chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa một cách ngẫu nhiên. Rõ ràng là, tài liệu không phải sáng chế 4 không đề cập đến bất kể trong số phương pháp tiền mã hóa, hoặc cấu trúc của ma trận tiền mã hóa, để bù đắp sự suy giảm chất lượng thu trong môi trường LOS.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: WO 2005/050885

Tài liệu không phải sáng chế

Tài liệu không phải sáng chế 1: “Achieving near-capacity on a multiple-antenna channel”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về truyền thông, tập 51, số 3, các trang từ 389 đến 399, tháng 3 năm 2003.

Tài liệu không phải sáng chế 2: “Performance analysis and design

optimization of LDPC-coded MIMO OFDM systems”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về xử lý tín hiệu, tập 52, số 2, các trang từ 348 đến 361, tháng 2 năm 2004.

Tài liệu không phải sáng chế 3: “BER performance evaluation in 2×2 MIMO spatial multiplexing systems under Rician fading channels”, IEICE Trans. Fundamentals, tập E91-A, số 10, các trang từ 2798 đến 2807, tháng 10 năm 2008.

Tài liệu không phải sáng chế 4: “Turbo space-time codes with time varying linear transformations”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về truyền thông không dây, tập 6, số 2, các trang từ 486 đến 493, tháng 2 năm 2007.

Tài liệu không phải sáng chế 5: “Likelihood function for QR-MLD suitable for soft-decision turbo decoding and its performance”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về truyền thông, tập E88-B, số 1, các trang từ 47 đến 57, tháng một năm 2004.

Tài liệu không phải sáng chế 6: “A tutorial on ‘parallel concatenated (Turbo) coding’, ‘Turbo (iterative) decoding’ and related topics”, Viện kỹ thuật Điện tử, Tin học và Truyền thông, báo cáo kỹ thuật IT 98-51.

Tài liệu không phải sáng chế 7: “Advanced signal processing for PLCs: Wavelet-OFDM”, văn bản hội nghị khoa học quốc tế IEEE về ISPLC 2008, các trang từ 187 đến 192, 2008.

Tài liệu không phải sáng chế 8: D. J. Love, và R. W. Heath, Jr., “Limited feedback unitary precoding for spatial multiplexing systems”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về lý thuyết thông tin, tập 51, số 8, các trang từ 2967 đến 2976, tháng tám năm 2005.

Tài liệu không phải sáng chế 9: tài liệu DVB A122, Framing structure, channel coding và modulation for a second generation digital terrestrial television broadcasting system, (DVB-T2), tháng sáu năm 2008.

Tài liệu không phải sáng chế 10: L. Vangelista, N. Benvenuto, và S. Tomasin, “Key technologies for next-generation terrestrial digital television standard DVB-T2”, tạp chí truyền thông IEEE, tập 47, số 10, các trang từ 146 đến 153, tháng 10 năm 2009.

Tài liệu không phải sáng chế 11: T. Ohgane, T. Nishimura, và Y. Ogawa,

“Application of space division multiplexing và those performance in a MIMO channel”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về truyền thông, tập 88-B, số 5, các trang từ 1843 đến 1851, tháng năm năm 2005.

Tài liệu không phải sáng chế 12: R. G. Gallager, “Low-density parity-check codes”, các tài liệu chuyên môn của IRE về nguyên lý thông tin, IT-8, các trang từ 21 đến 28, 1962.

Tài liệu không phải sáng chế 13: D. J. C. Mackay, “Good error-correcting codes based on very sparse matrices”, các tài liệu chuyên môn của IEEE về nguyên lý thông tin, tập 45, số 2, các trang từ 399 đến 431, tháng ba năm 1999.

Tài liệu không phải sáng chế 14: ETSI EN 302 307, “Second generation framing structure, channel coding and modulation systems for broadcasting, interactive services, news gathering and other broadband satellite applications”, v. 1.1.2, tháng sáu năm 2006.

Tài liệu không phải sáng chế 15: Y.-L. Ueng, và C.-C. Cheng, “A fast-convergence decoding method and memory-efficient VLSI decoder architecture for irregular LDPC codes in the IEEE 802.16e standards”, IEEE VTC-2007 Fall, các trang từ 1255 đến 1259.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất hệ thống MIMO mà cải thiện chất lượng thu trong môi trường LOS.

Để giải quyết các vấn đề nêu trên, khía cạnh của sáng chế là phương pháp tiền mã hóa để tạo ra, từ các tín hiệu dải gốc, các tín hiệu được tiền mã hóa được truyền trên cùng dải thông tần số tại cùng thời điểm, bao gồm các bước: lựa chọn ma trận $F[i]$ từ trong số N ma trận trong khi chuyển đổi giữa N ma trận, N ma trận xác định việc tiền mã hóa được thực hiện trên các tín hiệu dải gốc, i là số nguyên từ 0 đến $N - 1$, và N là số nguyên nhỏ nhất là hai; và tạo ra tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất $z1$ và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai $z2$ bằng cách tiền mã hóa, theo ma trận $F[i]$ được lựa chọn, tín hiệu dải gốc thứ nhất $s1$ được tạo ra từ các bit thứ nhất và tín hiệu dải gốc thứ hai $s2$ được tạo ra từ các bit thứ hai, khối được mã hóa thứ nhất và khối được mã hóa thứ hai được tạo ra một cách tương ứng như là

các bit thứ nhất và các bit thứ hai sử dụng phương pháp mã hóa khối sửa lỗi được xác định trước, tín hiệu dải gốc thứ nhất s_1 và tín hiệu dải gốc thứ hai s_2 được tạo ra một cách tương ứng từ khối được mã hóa thứ nhất và khối được mã hóa thứ hai để mỗi chúng có M ký hiệu, tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất z_1 và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai z_2 được tạo ra để mỗi chúng có M khe bằng cách tiền mã hóa kết hợp của tín hiệu dải gốc thứ nhất s_1 và tín hiệu dải gốc thứ hai s_2 , M là số nguyên nhỏ nhất là hai, tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất z_1 và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai z_2 thỏa mãn phương trình $(z_1, z_2)^T = F[i](s_1, s_2)^T$.

Khía cạnh khác của sáng chế là thiết bị tiền mã hóa để tạo ra, từ các tín hiệu dải gốc, các tín hiệu được tiền mã hóa được truyền trên cùng dải thông tần số tại cùng thời điểm, bao gồm: bộ tạo thông tin trọng số được tạo cấu hình để lựa chọn ma trận $F[i]$ từ trong số N ma trận trong khi chuyển đổi giữa N ma trận, N ma trận xác định việc tiền mã hóa được thực hiện trên các tín hiệu dải gốc, i là số nguyên từ 0 đến $N - 1$, và N là số nguyên nhỏ nhất là hai; bộ tạo trọng số được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất z_1 và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai z_2 bằng cách tiền mã hóa, theo ma trận $F[i]$ được lựa chọn, tín hiệu dải gốc thứ nhất s_1 được tạo ra từ các bit thứ nhất và tín hiệu dải gốc thứ hai s_2 được tạo ra từ các bit thứ hai; bộ mã hóa sửa lỗi được tạo cấu hình để tạo ra khối được mã hóa thứ nhất như là các bit thứ nhất và khối được mã hóa thứ hai như là các bit thứ hai sử dụng phương pháp mã hóa khối sửa lỗi được xác định trước; và bộ ánh xạ được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu dải gốc với M ký hiệu từ khối được mã hóa thứ nhất và tín hiệu dải gốc với M ký hiệu từ khối được mã hóa thứ hai, M là số nguyên nhỏ nhất là hai, tín hiệu được tiền mã hóa thứ nhất z_1 và tín hiệu được tiền mã hóa thứ hai z_2 thỏa mãn phương trình $(z_1, z_2)^T = F[i](s_1, s_2)^T$, và bộ tạo trọng số tạo ra các tín hiệu được tiền mã hóa với M khe bằng cách tiền mã hóa kết hợp của tín hiệu dải gốc được tạo ra từ khối được mã hóa thứ nhất và tín hiệu dải gốc được tạo ra từ khối được mã hóa thứ hai.

Với các khía cạnh nêu trên của sáng chế, tín hiệu được điều chế được tạo ra bằng cách thực hiện việc tiền mã hóa trong khi chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa sao cho trong số các ma trận tiền mã hóa, ma trận tiền mã hóa được sử

dụng cho ít nhất một ký hiệu dữ liệu và các ma trận tiền mã hóa mà được sử dụng cho các ký hiệu dữ liệu mà lân cận ký hiệu dữ liệu này trong hoặc miền tần số hoặc miền tần số tất cả là khác nhau. Do đó, chất lượng thu trong môi trường LOS được cải thiện đáp lại việc thiết kế của các ma trận tiền mã hóa.

Với cấu trúc nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp truyền, phương pháp thu, thiết bị truyền, và thiết bị thu mà bù sự suy giảm chất lượng thu trong môi trường LOS, nhờ đó cung cấp dịch vụ chất lượng cao tới các người dùng LOS trong khi truyền thông phát rộng hoặc đa hướng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian.

Fig.2 là ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.3 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa.

Fig.4 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa.

Fig.5 là ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.6 là ví dụ về phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa.

Fig.7 là ví dụ về cấu hình của thiết bị thu.

Fig.8 là ví dụ về cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu trong thiết bị thu.

Fig.9 là ví dụ về cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu trong thiết bị thu.

Fig.10 thể hiện phương pháp xử lý giải mã.

Fig.11 là ví dụ về các điều kiện thu.

Fig.12A và Fig.12B là các ví dụ về các đặc tính BER.

Fig.13 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa.

Fig.14 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa.

Fig.15A và Fig.15B là các ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.16A và Fig.16B là các ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.17A và Fig.17B là các ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.18A và Fig.18B là các ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.19A và Fig.19B là các ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.20 thể hiện các vị trí của các điểm chất lượng thu kém.

Fig.21 thể hiện các vị trí của các điểm chất lượng thu kém.

Fig.22 là ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.23 là ví dụ về cấu trúc khung.

Fig.24A và Fig.24B là các ví dụ về các phương pháp ánh xạ.

Fig.25A và Fig.25B là các ví dụ về các phương pháp ánh xạ.

Fig.26 là ví dụ về cấu trúc của bộ tạo trọng số.

Fig.27 là ví dụ về phương pháp sắp xếp lại ký hiệu.

Fig.28 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian.

Fig.29A và Fig.29B là các ví dụ về các đặc tính BER.

Fig.30 là ví dụ về hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian MIMO 2 x 2.

Fig.31A và Fig.31B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.32 thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.33A và Fig.33B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.34 thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.35A và Fig.35B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.36 thể hiện ví dụ về các đặc tính khoảng cách nhỏ nhất của các điểm thu kém trong mặt phẳng ảo.

Fig.37 thể hiện ví dụ về các đặc tính khoảng cách nhỏ nhất của các điểm thu kém trong mặt phẳng ảo.

Fig.38A và Fig.38B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.39A và Fig.39B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.40 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền trong phương án 7.

Fig.41 là ví dụ về cấu trúc khung của tín hiệu được điều chế được truyền bởi thiết bị truyền.

Fig.42A và Fig.42B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.43A và Fig.43B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.44A và Fig.44B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.45A và Fig.45B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.46A và Fig.46B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.47A và Fig.47B là các ví dụ về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số.

Fig.48A và Fig.48B là các ví dụ về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số.

Fig.49 thể hiện phương pháp xử lý tín hiệu.

Fig.50 thể hiện cấu trúc của các tín hiệu được điều chế khi sử dụng mã khối thời gian-không gian.

Fig.51 là ví dụ chi tiết về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số.

Fig.52 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền.

Fig.53 là ví dụ về cấu trúc của các bộ tạo tín hiệu điều chế #1-#M trên Fig.52.

Fig.54 thể hiện cấu trúc của các bộ xử lý liên quan OFDM (5207_1 và 5207_2) trên Fig.52.

Fig.55A và Fig.55B là các ví dụ chi tiết về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số.

Fig.56 là ví dụ về cấu hình của thiết bị thu.

Fig.57 thể hiện cấu trúc của các bộ xử lý liên quan OFDM (5600_X và 5600_Y) trên Fig.56.

Fig.58A và Fig.58B là các ví dụ chi tiết về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số.

Fig.59 là ví dụ về hệ thống phát rộng.

Fig.60A và Fig.60B thể hiện các vị trí của các điểm thu kém.

Fig.61 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.62 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.63 là ví dụ về việc tiền mã hóa của dòng gốc.

Fig.64 là ví dụ về việc tiền mã hóa của dòng nâng cao.

Fig.65A và Fig.65B là các ví dụ về các cách sắp xếp các ký hiệu trong các tín hiệu được điều chế khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.66 là ví dụ về cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu trong thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.67 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.68 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.69 là ví dụ về cấu trúc của các ký hiệu trong tín hiệu dải gốc.

Fig.70A và Fig.70B là các ví dụ về các cách sắp xếp các ký hiệu trong các tín hiệu được điều chế khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.71 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.72 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.73 là ví dụ về cấu trúc của các ký hiệu trong các tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian.

Fig.74A và Fig.74B là các ví dụ về các cách sắp xếp các ký hiệu trong các tín hiệu được điều chế khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.75A và Fig.75B là các ví dụ về các cách sắp xếp các ký hiệu trong các tín hiệu được điều chế khi áp dụng việc truyền phân cấp.

Fig.76 là ví dụ về cải biến về số lượng ký hiệu và số lượng khe cần thiết cho một khối được mã hóa khi sử dụng mã khối.

Fig.77 là ví dụ về cải biến về số lượng ký hiệu và số khe cần thiết cho hai khối được mã hóa khi sử dụng mã hóa khối.

Fig.78 thể hiện cấu trúc tổng quát của hệ thống phát rộng số.

Fig.79 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ về cấu hình của thiết bị thu.

Fig.80 thể hiện cấu trúc của dữ liệu ghép kênh.

Fig.81 là hình vẽ thể hiện làm thế nào mỗi dòng được ghép kênh trong dữ liệu ghép kênh.

Fig.82 thể hiện một cách chi tiết làm thế nào dòng video được lưu trữ trong chuỗi của các gói PES.

Fig.83 thể hiện cấu trúc của gói TS và gói nguồn trong dữ liệu được ghép kênh.

Fig.84 thể hiện cấu trúc dữ liệu của PMT.

Fig.85 thể hiện cấu trúc bên trong của thông tin dữ liệu ghép kênh.

Fig.86 thể hiện cấu trúc bên trong của thông tin đặc tính dòng.

Fig.87 là sơ đồ cấu hình của thiết bị xuất audio / hiển thị video.

Fig.88 thể hiện cấu trúc của bộ chuyển đổi tín hiệu dải gốc.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả các phương án của sáng chế có viện dẫn đến các hình vẽ.

Phương án 1

Phần sau đây mô tả phương pháp truyền, thiết bị truyền, phương pháp thu, và thiết bị thu của phương án này.

Trước khi mô tả phương án này, phần tổng quát được đưa ra về phương pháp truyền và phương pháp giải mã trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian thông thường.

Fig.1 thể hiện cấu hình của hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian $N_t \times N_r$. Vector thông tin z được mã hóa và được đan xen. Như là đầu ra của việc đan xen, vector bit được mã hóa $u = (u_1, \dots, u_{N_t})$ thu được. Lưu ý rằng $u_i = (u_{i1}, \dots, u_{iM})$ (trong đó M là số lượng bit truyền trên ký hiệu). Đặt vector truyền $s = (s_1, \dots, s_{N_t})^T$ và tín hiệu truyền từ anten truyền #1 được biểu diễn là $s_i = \text{map}(u_i)$, năng lượng truyền được chuẩn hóa được biểu diễn là $E\{|s_i|^2\} = E_s/N_t$ (E_s là tổng năng lượng trên kênh). Ngoài ra, đặt vector thu được là $y = (y_1, \dots, y_{N_r})^T$, vector thu được được biểu diễn như trong phương trình 1.

Phép toán 1

Phương trình 1

$$\begin{aligned}\mathbf{y} &= (y_1, \dots, y_{N_r})^T \\ &= \mathbf{H}_{N_t N_r} \mathbf{s} + \mathbf{n}\end{aligned}$$

Trong phương trình này, $\mathbf{H}_{N_t N_r}$ là ma trận kênh, $\mathbf{n} = (n_1, \dots, n_{N_r})^T$ là vector tạp âm, và n_i là tạp âm ngẫu nhiên Gauss phức phân phối độc lập đồng nhất với giá trị trung bình 0 và phương sai σ^2 . Từ quan hệ giữa các ký hiệu truyền và các ký hiệu thu mà được tạo ra tại thiết bị thu, xác suất cho vector thu được có thể được đưa ra như là phân phối Gauss đa chiều, như trong phương trình 2.

Phép toán 2

Phương trình 2

$$p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) = \frac{1}{(2\pi\sigma^2)^{N_r}} \exp\left(-\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2\right)$$

Ở đây, thiết bị thu mà thực hiện việc giải mã lặp bao gồm bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài bên ngoài và bộ dò tìm MIMO, như trên Fig.1, được xem xét. Vector của tỷ lệ khả năng tính bằng logarit (sau đây gọi tắt là “tỷ lệ likelihood-log”) (Giá trị L) trên Fig.1 được biểu diễn như trong các phương trình từ 3 đến 5.

Phép toán 3

Phương trình 3

$$L(\mathbf{u}) = (L(u_1), \dots, L(u_{N_t}))^T$$

Phép toán 4

Phương trình 4

$$L(\mathbf{u}_i) = (L(u_{i1}), \dots, L(u_{iM}))$$

Phép toán 5

Phương trình 5

$$L(u_{ij}) = \ln \frac{P(u_{ij} = +1)}{P(u_{ij} = -1)}$$

Phương pháp dò tìm lặp

Phần sau đây mô tả dò tìm lặp của các tín hiệu MIMO trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian $N_t \times N_r$.

Tỷ lệ likelihood-log của u_{mn} được xác định như trong phương trình 6.

Phép toán 6

Phương trình 6

$$L(\mathbf{u}_{mn} | \mathbf{y}) = \ln \frac{P(\mathbf{u}_{mn} = +1 | \mathbf{y})}{P(\mathbf{u}_{mn} = -1 | \mathbf{y})}$$

Từ định lý Bayes, phương trình 6 có thể được biểu diễn như phương trình 7.

Phép toán 7

Phương trình 7

$$\begin{aligned} L(\mathbf{u}_{mn} | \mathbf{y}) &= \ln \frac{p(\mathbf{y} | \mathbf{u}_{mn} = +1)P(\mathbf{u}_{mn} = +1)/p(\mathbf{y})}{p(\mathbf{y} | \mathbf{u}_{mn} = -1)P(\mathbf{u}_{mn} = -1)/p(\mathbf{y})} \\ &= \ln \frac{P(\mathbf{u}_{mn} = +1)}{P(\mathbf{u}_{mn} = -1)} + \ln \frac{p(\mathbf{y} | \mathbf{u}_{mn} = +1)}{p(\mathbf{y} | \mathbf{u}_{mn} = -1)} \\ &= \ln \frac{P(\mathbf{u}_{mn} = +1)}{P(\mathbf{u}_{mn} = -1)} + \ln \frac{\sum_{U_{mn,+1}} p(\mathbf{y} | \mathbf{u})p(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn})}{\sum_{U_{mn,-1}} p(\mathbf{y} | \mathbf{u})p(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn})} \end{aligned}$$

Đặt $U_{mn,\pm 1} = \{\mathbf{u} | u_{mn} = \pm 1\}$. Khi lấy xấp xỉ $\ln \sum a_j \sim \max \ln a_j$, xấp xỉ của phương trình 7 có thể thu được như là phương trình 8. Lưu ý rằng ký hiệu “ $\sim$ ” nêu trên chỉ báo xấp xỉ.

Phép toán 8

Phương trình 8

$$L(u_{mn} | \mathbf{y}) \approx \ln \frac{P(u_{mn} = +1)}{P(u_{mn} = -1)} + \max_{U_{mn}, +1} \{ \ln p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) + P(\mathbf{u} | u_{mn}) \} \\ - \max_{U_{mn}, -1} \{ \ln p(\mathbf{y} | \mathbf{u}) + P(\mathbf{u} | u_{mn}) \}$$

$P(\mathbf{u} | u_{mn})$ và $\ln P(\mathbf{u} | u_{mn})$ trong phương trình 8 được biểu diễn như sau.

Phép toán 9

Phương trình 9

$$P(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn}) = \prod_{(ij) \neq (mn)} P(\mathbf{u}_{ij}) \\ = \prod_{(ij) \neq (mn)} \frac{\exp\left(\frac{\mathbf{u}_{ij} L(\mathbf{u}_{ij})}{2}\right)}{\exp\left(\frac{L(\mathbf{u}_{ij})}{2}\right) + \exp\left(-\frac{L(\mathbf{u}_{ij})}{2}\right)}$$

Phép toán 10

Phương trình 10

$$\ln P(\mathbf{u} | \mathbf{u}_{mn}) = \left(\sum_{ij} \ln P(\mathbf{u}_{ij}) \right) - \ln P(\mathbf{u}_{mn})$$

Phép toán 11

Phương trình 11

$$\ln P(u_{ij}) = \frac{1}{2} u_{ij} P(u_{ij}) - \ln \left(\exp\left(\frac{L(u_{ij})}{2}\right) + \exp\left(-\frac{L(u_{ij})}{2}\right) \right) \\ \approx \frac{1}{2} u_{ij} L(u_{ij}) - \frac{1}{2} |L(u_{ij})| \quad \text{for } |L(u_{ij})| > 2 \\ = \left| \frac{L(u_{ij})}{2} \right| (u_{ij} \text{sign}(L(u_{ij})) - 1)$$

Một cách ngẫu nhiên, xác suất lấy theo logarit của phương trình được xác định trong phương trình 2 được biểu diễn trong phương trình 12.

Phép toán 12

Phương trình 12

$$\ln P(\mathbf{y} | \mathbf{u}) = -\frac{N_r}{2} \ln(2\pi \sigma^2) - \frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2$$

Do đó, từ các phương trình 7 và 13, trong MAP hoặc xác suất hậu nghiệm (APP), giá trị L hậu nghiệm được biểu diễn như sau.

Phép toán 13

Phương trình 13

$$L(\mathbf{u}_{mn} | \mathbf{y}) = \ln \frac{\sum_{U_{mn,+1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_{ij} \ln P(\mathbf{u}_{ij}) \right\}}{\sum_{U_{mn,-1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_{ij} \ln P(\mathbf{u}_{ij}) \right\}}$$

Sau đây, điều này được gọi là giải mã APP lặp. Từ các phương trình 8 và 12, trong tỷ lệ likelihood-log sử dụng xấp xỉ Max-Log (Max-Log APP), giá trị L hậu nghiệm được biểu diễn như sau.

Phép toán 14

Phương trình 14

$$L(\mathbf{u}_{mn} | \mathbf{y}) \approx \max_{U_{mn,+1}} \{\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u}))\} - \max_{U_{mn,-1}} \{\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u}))\}$$

Phép toán 15

Phương trình 15

$$\Psi(\mathbf{u}, \mathbf{y}, L(\mathbf{u})) = -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y} - \mathbf{H}\mathbf{s}(\mathbf{u})\|^2 + \sum_{ij} \ln P(\mathbf{u}_{ij})$$

Sau đây, điều này được gọi là giải mã Max-log APP lặp. Thông tin ngoại lai được yêu cầu trong hệ thống giải mã lặp có thể thu được bằng cách trừ các đầu vào

trước từ các phương trình 13 và 14.

Mô hình hệ thống

Fig.28 thể hiện cấu hình cơ bản của hệ thống mà liên quan đến phần mô tả sau đây. Hệ thống này là hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian 2 x 2. Có bộ mã hóa bên ngoài đối với mỗi dòng A và B. Hai bộ mã hóa bên ngoài là các bộ mã hóa LDPC đồng nhất. (Ở đây, cấu hình sử dụng bộ mã hóa LDPC như là các bộ mã hóa bên ngoài được mô tả như là ví dụ, nhưng việc mã hóa sửa lỗi được sử dụng bởi bộ mã hóa bên ngoài không bị giới hạn ở mã hóa LDPC. Sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự sử dụng mã hóa sửa lỗi khác như mã tubô, mã xoắn, mã xoắn LDPC, và loại tương tự. Ngoài ra, mỗi bộ mã hóa bên ngoài được mô tả là có anten truyền, nhưng các bộ mã hóa bên ngoài không bị giới hạn ở cấu trúc này. Các anten truyền có thể được sử dụng, và số lượng bộ mã hóa bên ngoài có thể là một. Ngoài ra, số lượng bộ mã hóa bên ngoài lớn hơn có thể được sử dụng so với số lượng anten truyền). Các dòng A và B một cách tương ứng có các bộ đan xen (π_a, π_b). Ở đây, phương pháp điều chế là 2^h -QAM (với h bit được truyền trong một ký hiệu).

Thiết bị thu thực hiện dò tìm lặp trên các tín hiệu MIMO nêu trên (giải mã APP lặp (hoặc Max-log APP lặp)). Việc giải mã của các mã LDPC được thực hiện bằng cách, ví dụ, giải mã tổng tích.

Fig.2 thể hiện cấu trúc khung và liệt kê thứ tự của các ký hiệu sau khi đan xen. Trong trường hợp này, $(i_a, j_a), (i_b, j_b)$ được biểu diễn bởi các phương trình sau đây.

Phép toán 16

Phương trình 16

$$(i_a, j_a) = \pi_a(\Omega_{ia,ja}^a)$$

Phép toán 17

Phương trình 17

$$(i_b, j_b) = \pi_b(\Omega_{ib,jb}^a)$$

Trong trường hợp này, i^a, i^b chỉ báo thứ tự của các ký hiệu sau khi đan xen, j^a, j^b chỉ báo các vị trí bit ($j^a, j^b = 1, \dots, h$) trong phương pháp điều chế, π^a, π^b chỉ báo các bộ đan xen đối với các dòng A và B, và $\Omega_{ia, ja}^a, \Omega_{ib, jb}^b$ chỉ báo thứ tự của dữ liệu trong các dòng A và B trước khi đan xen. Lưu ý rằng Fig.2 thể hiện cấu trúc khung đối với $i_a = i_b$.

Giải mã lặp

Phần sau đây là mô tả chi tiết của các thuật toán đối với giải mã tổng tích được sử dụng trong việc giải mã của các mã LDPC và đối với dò tìm lặp của các tín hiệu MIMO trong thiết bị thu.

Giải mã tổng tích

Đặt ma trận $M \times N$ hai chiều $H = \{H_{mn}\}$ là ma trận kiểm tra đối với các mã LDPC mà là mục tiêu cho việc giải mã. Các tập con $A(m), B(n)$ của tập $[1, N] = \{1, 2, \dots, N\}$ được xác định bởi các phương trình sau đây.

Phép toán 18

Phương trình 18

$$A(m) \equiv \{n : H_{mn} = 1\}$$

Phép toán 19

Phương trình 19

$$B(n) \equiv \{m : H_{mn} = 1\}$$

Trong các phương trình này, $A(m)$ biểu diễn tập của các chỉ số cột là các số 1 trong cột thứ m của ma trận kiểm tra H , và $B(n)$ biểu diễn tập của các chỉ số hàng là các số 1 trong hàng thứ n của ma trận kiểm tra H . Thuật toán cho giải mã tổng tích là như sau.

Bước A.1 (khởi tạo): đặt tỷ lệ theo logarit giá trị trước $\beta_{mn} = 0$ đối với tất cả các kết hợp (m, n) thỏa mãn $H_{mn} = 1$. Giả thiết rằng biến vòng lặp (số lần lặp) $l_{\text{sum}} = 1$ và số vòng lặp lớn nhất được thiết lập là $l_{\text{sum, max}}$.

Bước A.2 (xử lý hàng): tỷ lệ theo logarit giá trị ngoại lai α_{mn} được cập nhật đối với tất cả các kết hợp (m, n) thỏa mãn $H_{mn} = 1$ theo thứ tự là $m = 1, 2, \dots, M$, sử dụng

các phương trình cập nhật sau.

Phép toán 20

Phương trình 20

$$\alpha_{mn} = \left(\prod_{n' \in A(m) \setminus n} \text{sign}(\lambda_{n'} + \beta_{mn'}) \right) \times f \left(\sum_{n' \in A(m) \setminus n} f(\lambda_{n'} + \beta_{mn'}) \right)$$

Phép toán 21

Phương trình 21

$$\text{sign}(x) \equiv \begin{cases} 1 & x \geq 0 \\ -1 & x < 0 \end{cases}$$

Phép toán 22

Phương trình 22

$$f(x) \equiv \ln \frac{\exp(x) + 1}{\exp(x) - 1}$$

Trong các phương trình này, f biểu diễn hàm Gallager. Ngoài ra, phương pháp tìm kiếm λ_n được mô tả chi tiết sau đây.

Bước A.3 (xử lý cột): tỷ lệ theo logarit giá trị ngoại lai β_{mn} được cập nhật đối với tất cả các kết hợp (m, n) thỏa mãn $H_{mn} = 1$ theo thứ tự là $n = 1, 2, \dots, N$, sử dụng Phương trình cập nhật sau đây.

Phép toán 23

Phương trình 23

$$\beta_{mn} = \sum_{m' \in B(n) \setminus m} \alpha_{m'n}$$

Bước A.4 (tính toán tỷ lệ likelihood-log): tỷ lệ likelihood-log L_n được tìm kiếm đối với $n \in [1, N]$ bởi phương trình sau đây.

Phép toán 24

Phương trình 24

$$L_n = \sum_{m' \in B(n) \setminus m} \alpha_{m'n} + \lambda_n$$

Bước A.5 (đếm số lần lặp): nếu $l_{\text{sum}} < l_{\text{sum, max}}$, thì l_{sum} được gia tăng, và việc xử lý quay trở lại bước A.2. Nếu $l_{\text{sum}} = l_{\text{sum, max}}$, giải mã tổng tích trong vòng này được hoàn thành.

Các phép toán trong một giải mã tổng tích đã được mô tả. Sau đó, việc dò tìm tín hiệu MIMO lặp được thực hiện. Trong các biến m , n , α_{mn} , β_{mn} , λ_n , và L_n , được sử dụng trong phần mô tả nêu trên của các phép toán của giải mã tổng tích, các biến trong dòng A là m_a , n_a , α_{mana}^a , β_{mana}^a , λ_{na} , và L_{na} , và các biến trong dòng B là m_b, n_b , α_{mbnb}^b , β_{mbnb}^b , λ_{nb} , và L_{nb} .

Dò tìm tín hiệu MIMO lặp

Phần sau đây mô tả phương pháp tìm kiếm λ_n trong việc dò tìm tín hiệu MIMO lặp một cách chi tiết.

Phương trình sau đây được duy trì từ phương trình 1.

Phép toán 25

Phương trình 25

$$\begin{aligned} \mathbf{y}(t) &= \left(y_1(t), y_2(t) \right)^T \\ &= \mathbf{H}_{22}(t) \mathbf{s}(t) + \mathbf{n}(t) \end{aligned}$$

Các phương trình sau đây được xác định từ các cấu trúc khung trên Fig.2 và từ các phương trình 16 và 17.

Phép toán 26

Phương trình 26

$$n_a = \Omega_{ia,ja}^a$$

Phép toán 27

Phương trình 27

$$n_b = \Omega_{ib,jb}^b$$

Trong trường hợp này, $n_a, n_b \in [1, N]$. Sau đây, λ_{na} , L_{na} , λ_{nb} , và L_{nb} , trong đó số lần lặp của dò tìm tín hiệu MIMO lặp là k , được biểu diễn là $\lambda_{k, na}$, $L_{k, na}$, $\lambda_{k, nb}$, và $L_{k, nb}$.

Bước B.1 (dò tìm khởi tạo; $k = 0$): $\lambda_{0, na}$ và $\lambda_{0, nb}$ được tìm kiếm như sau trong trường hợp của dò tìm khởi tạo.

Trong giải mã APP lặp:

Phép toán 28

Phương trình 28

$$\lambda_{0, n_X} = \ln \frac{\sum_{U_{0, n_X, +1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \left\| \mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X)) \right\|^2 \right\}}{\sum_{U_{0, n_X, -1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \left\| \mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X)) \right\|^2 \right\}}$$

Trong giải mã APP Max-log lặp:

Phép toán 29

Phương trình 29

$$\lambda_{0, n_X} = \max_{U_{0, n_X, +1}} \{ \Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X)) \} - \max_{U_{0, n_X, -1}} \{ \Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X)) \}$$

Phép toán 30

Phương trình 30

$$\Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X)) = -\frac{1}{2\sigma^2} \left\| \mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X) \mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X)) \right\|^2$$

Ở đây, đặt $X = a, b$. Sau đó, giả thiết rằng số lần lặp của dò tìm tín hiệu MIMO lặp là $l_{\text{mimo}} = 0$ và số lần lặp lớn nhất được thiết lập là $l_{\text{mimo}, \text{max}}$.

Bước B.2 (dò tìm lặp; số lần lặp k): $\lambda_{k, na}$ và $\lambda_{k, nb}$, trong đó số lần lặp là k , được biểu diễn như trong các phương trình từ 31 đến 34, từ các phương trình 11,

13 đến 15, 16, và 17. Đặt $(X, Y) = (a, b)(b, a)$.

Trong giải mã APP lặp:

Phép toán 31

Phương trình 31

$$\lambda_{k,n_X} = L_{k-1,\Omega_{iX,jX}^X}(u_{\Omega_{iX,jX}^X}) + \ln \frac{\sum_{U_{k,n_X,+1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X)\mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 + \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X}) \right\}}{\sum_{U_{k,n_X,-1}} \exp \left\{ -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X)\mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 + \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X}) \right\}}$$

Phép toán 32

Phương trình 32

$$\begin{aligned} \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X}) = & \sum_{\substack{\gamma=1 \\ \gamma \neq jX}}^h \left| \frac{L_{k-1,\Omega_{iX,\gamma}^X}(u_{\Omega_{iX,\gamma}^X})}{2} \right| \left(u_{\Omega_{iX,\gamma}^X} \operatorname{sign}(L_{k-1,\Omega_{iX,\gamma}^X}(u_{\Omega_{iX,\gamma}^X})) - 1 \right) \\ & + \sum_{\gamma=1}^h \left| \frac{L_{k-1,\Omega_{iX,\gamma}^Y}(u_{\Omega_{iX,\gamma}^Y})}{2} \right| \left(u_{\Omega_{iX,\gamma}^Y} \operatorname{sign}(L_{k-1,\Omega_{iX,\gamma}^Y}(u_{\Omega_{iX,\gamma}^Y})) - 1 \right) \end{aligned}$$

Trong giải mã APP Max-log lặp:

Phép toán 33

Phương trình 33

$$\lambda_{k,n_X} = L_{k-1,\Omega_{iX,jX}^X}(u_{\Omega_{iX,jX}^X}) + \max_{U_{k,n_X,+1}} \left\{ \Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X), \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X})) \right\} - \max_{U_{k,n_X,-1}} \left\{ \Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X), \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X})) \right\}$$

Phép toán 34

Phương trình 34

$$\Psi(\mathbf{u}(i_X), \mathbf{y}(i_X), \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X})) = -\frac{1}{2\sigma^2} \|\mathbf{y}(i_X) - \mathbf{H}_{22}(i_X)\mathbf{s}(\mathbf{u}(i_X))\|^2 + \rho(u_{\Omega_{iX,jX}^X})$$

Bước B.3 (đếm số lần lặp và đánh giá từ mã): gia tăng l_{mimo} nếu $l_{\text{mimo}} < l_{\text{mimo,max}}$, và quay trở lại bước B.2. Giả thiết rằng $l_{\text{mimo}} = l_{\text{mimo,max}}$, từ mã được đánh giá được tìm kiếm như trong phương trình sau đây.

Phép toán 35

Phương trình 35

$$\hat{u}_{n_X} = \begin{cases} 1 & L_{l_{mimo}, n_X} \geq 0 \\ -1 & L_{l_{mimo}, n_X} < 0 \end{cases}$$

Ở đây, đặt $X = a, b$.

Fig.3 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền 300 trong phương án này. Bộ mã hóa 302A thu thông tin (dữ liệu) 301A và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào và, theo tín hiệu cấu trúc khung 313, thực hiện việc mã hóa sửa lỗi như mã xoắn, mã LDPC, mã turbo, hoặc loại tương tự, xuất ra dữ liệu được mã hóa 303A. (Tín hiệu cấu trúc khung 313 bao gồm thông tin như phương pháp sửa lỗi được sử dụng cho việc mã hóa sửa lỗi của dữ liệu, tốc độ mã hóa, độ dài khối, và loại tương tự. Bộ mã hóa 302A sử dụng phương pháp sửa lỗi được chỉ báo bởi tín hiệu cấu trúc khung 313. Ngoài ra, phương pháp sửa lỗi có thể được chuyển đổi).

Bộ đan xen 304A thu dữ liệu được mã hóa 303A và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào và thực hiện việc đan xen, tức là thay đổi thứ tự của dữ liệu, để xuất ra dữ liệu được đan xen 305A. (Phương pháp chuyển đổi có thể được chuyển đổi dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313).

Bộ ánh xạ 306A thu dữ liệu được đan xen 305A và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào, thực hiện việc điều chế như Khóa dịch pha vuông góc (QPSK), điều chế biên độ vuông góc 16 mức (16QAM), điều chế biên độ vuông góc 64 mức (64QAM), hoặc loại tương tự, và xuất ra tín hiệu dải gốc cuối cùng 307A. (Phương pháp điều chế có thể được chuyển đổi dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313).

Fig.24A và Fig.24B là ví dụ về phương pháp ánh xạ trên mặt phẳng IQ, có thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc Q, để tạo thành tín hiệu dải gốc trong điều chế QPSK. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.24A, nếu dữ liệu đầu vào là “00”, đầu ra là $I = 1,0$, $Q = 1,0$. Tương tự, đối với dữ liệu đầu vào là “01”, đầu ra là $I = -1,0$, $Q = 1,0$, và v.v. Fig.24B là ví dụ về phương pháp ánh xạ khác trong mặt phẳng IQ đối với điều chế QPSK so với Fig.24A. Sự khác biệt giữa Fig.24B và Fig.24A đó là các điểm tín hiệu trên Fig.24A được quay quanh điểm gốc để thu được các điểm tín hiệu trên Fig.24B. Tài liệu không phải sáng chế 9 và

tài liệu không phải sáng chế 10 mô tả phương pháp quay chòm sao tín hiệu này, và trễ vuông góc tuần hoàn được mô tả trong tài liệu không phải sáng chế 9 và tài liệu không phải sáng chế 10 cũng có thể được áp dụng. Đối với ví dụ khác ngoài Fig.24A và Fig.24B, Fig.25A và Fig.25B thể hiện bố trí điểm tín hiệu trong mặt phẳng IQ đối với 16QAM. Ví dụ tương ứng với Fig.24A được thể hiện trên Fig.25A, và ví dụ tương ứng với Fig.24B được thể hiện trên Fig.25B.

Bộ mã hóa 302B thu thông tin (dữ liệu) 301B và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào và, theo tín hiệu cấu trúc khung 313, thực hiện việc mã hóa sửa lỗi như mã xoắn, mã LDPC, mã tubô, hoặc loại tương tự, xuất ra dữ liệu được mã hóa 303B. (Tín hiệu cấu trúc khung 313 bao gồm thông tin như phương pháp sửa lỗi được sử dụng, tốc độ mã hóa, độ dài khối, và loại tương tự. Phương pháp sửa lỗi được chỉ báo bởi tín hiệu cấu trúc khung 313 được sử dụng. Ngoài ra, phương pháp sửa lỗi có thể được chuyển đổi).

Bộ đan xen 304B thu dữ liệu được mã hóa 303B và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào và thực hiện việc đan xen, tức là thay đổi thứ tự của dữ liệu, để xuất ra dữ liệu được đan xen 305B. (Phương pháp chuyển đổi có thể được chuyển đổi dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313).

Bộ ánh xạ 306B thu dữ liệu được đan xen 305B và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào, thực hiện việc điều chế như Khóa dịch pha vuông góc (QPSK), điều chế biên độ vuông góc 16 mức (16QAM), điều chế biên độ vuông góc 64 mức (64QAM), hoặc loại tương tự, và xuất ra tín hiệu dải gốc cuối cùng 307B. (Phương pháp điều chế có thể được chuyển đổi dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313).

Bộ tạo thông tin trọng số 314 thu tín hiệu cấu trúc khung 313 như là đầu vào và xuất ra thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313. Phương pháp tạo trọng số khác biệt bởi việc chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số.

Bộ tạo trọng số 308A thu tín hiệu dải gốc 307A, tín hiệu dải gốc 307B, và thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số, và dựa trên thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số, thực hiện việc tạo trọng số trên tín hiệu

dải gốc 307A và tín hiệu dải gốc 307B và xuất ra tín hiệu 309A là kết quả từ việc tạo trọng số. Chi tiết về phương pháp tạo trọng số được đưa ra sau đây.

Bộ vô tuyến 310A thu tín hiệu 309A là kết quả từ việc tạo trọng số như là đầu vào và thực hiện xử lý như điều chế trực giao, giới hạn dải, chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, xuất ra tín hiệu truyền 311A. Tín hiệu truyền 311A được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten 312A.

Bộ tạo trọng số 308B thu tín hiệu dải gốc 307A, tín hiệu dải gốc 307B, và thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số, và dựa trên thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số, thực hiện việc tạo trọng số trên tín hiệu dải gốc 307A và tín hiệu dải gốc 307B và xuất ra tín hiệu 309B là kết quả từ việc tạo trọng số.

Fig.26 thể hiện cấu trúc của bộ tạo trọng số. Tín hiệu dải gốc 307A được nhân với $w11(t)$, thu được $w11(t)s1(t)$, và được nhân với $w21(t)$, thu được $w21(t)s1(t)$. Tương tự, tín hiệu dải gốc 307B được nhân với $w12(t)$ để tạo ra $w12(t)s2(t)$ và được nhân với $w22(t)$ để tạo ra $w22(t)s2(t)$. Tiếp theo, $z1(t) = w11(t)s1(t) + w12(t)s2(t)$ và $z2(t) = w21(t)s1(t) + w22(t)s2(t)$ thu được.

Chi tiết về phương pháp tạo trọng số được đưa ra sau đây.

Bộ vô tuyến 310B thu tín hiệu 309B là kết quả từ việc tạo trọng số như là đầu vào và thực hiện xử lý như điều chế trực giao, giới hạn dải, chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, xuất ra tín hiệu truyền 311B. Tín hiệu truyền 311B được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten 312B.

Fig.4 thể hiện ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền 400 mà khác với Fig.3. Các khác biệt trên Fig.4 so với Fig.3 được mô tả.

Bộ mã hóa 402 thu thông tin (dữ liệu) 401 và tín hiệu cấu trúc khung 313 như là các đầu vào và, theo tín hiệu cấu trúc khung 313, thực hiện việc mã hóa sửa lỗi và xuất ra dữ liệu được mã hóa 402.

Bộ phân phối 404 thu dữ liệu được mã hóa 403 như là đầu vào, phân phối dữ liệu 403, và xuất ra dữ liệu 405A và dữ liệu 405B. Lưu ý rằng trên Fig.4, một bộ mã hóa được thể hiện, nhưng số lượng bộ mã hóa không bị giới hạn theo cách này. Sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự khi số lượng bộ mã hóa là m

(trong đó m là số nguyên mà lớn hơn hoặc bằng một) và bộ phân phối chia dữ liệu mã hóa được tạo ra bởi mỗi bộ mã hóa thành hai phần và dữ liệu được chia.

Fig.5 thể hiện ví dụ về cấu trúc khung trong miền thời gian đối với thiết bị truyền theo phương án này. Ký hiệu 500_1 là ký hiệu để thông báo cho thiết bị thu về phương pháp truyền. Ví dụ, ký hiệu 500_1 mang thông tin như phương pháp sửa lỗi được sử dụng cho việc truyền các ký hiệu dữ liệu, tốc độ mã hóa, và phương pháp điều chế được sử dụng cho việc truyền các ký hiệu dữ liệu.

Ký hiệu 501_1 để đánh giá dao động kênh đối với tín hiệu được điều chế $z_1(t)$ (trong đó t là thời gian) được truyền bởi thiết bị truyền. Ký hiệu 502_1 là ký hiệu dữ liệu được truyền là ký hiệu số u (trong miền thời gian) bởi tín hiệu được điều chế $z_1(t)$, và ký hiệu 503_1 là ký hiệu dữ liệu được truyền là ký hiệu số $u + 1$ bởi tín hiệu được điều chế $z_1(t)$.

Ký hiệu 501_2 để đánh giá dao động kênh đối với tín hiệu được điều chế $z_2(t)$ (trong đó t là thời gian) được truyền bởi thiết bị truyền. Ký hiệu 502_2 là ký hiệu dữ liệu được truyền là ký hiệu số u bởi tín hiệu được điều chế $z_2(t)$, và ký hiệu 503_2 là ký hiệu dữ liệu được truyền là ký hiệu số $u + 1$ bởi tín hiệu được điều chế $z_2(t)$.

Phần sau đây mô tả các quan hệ giữa các tín hiệu được điều chế $z_1(t)$ và $z_2(t)$ được truyền bởi thiết bị truyền và các tín hiệu thu $r_1(t)$ và $r_2(t)$ được thu bởi thiết bị thu.

Trên Fig.5, 504#1 và 504#2 chỉ báo các anten truyền trong thiết bị truyền, và 505#1 và 505#2 chỉ báo các anten thu trong thiết bị thu. Thiết bị truyền truyền tín hiệu được điều chế $z_1(t)$ từ anten truyền 504#1 và truyền tín hiệu được điều chế $z_2(t)$ từ anten truyền 504#2. Trong trường hợp này, tín hiệu được điều chế $z_1(t)$ và tín hiệu được điều chế $z_2(t)$ giả thiết chiếm giữ cùng tần số (dải thông) (được chia sẻ/dùng chung). Đặt dao động kênh cho các anten truyền của thiết bị truyền và các anten của thiết bị thu là $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$, tín hiệu được thu bởi anten thu 505#1 của thiết bị thu là $r_1(t)$, và tín hiệu được thu bởi anten thu 505#2 của thiết bị thu là $r_2(t)$, quan hệ sau đây được duy trì.

Phép toán 36

Phương trình 36

$$\begin{pmatrix} r1(t) \\ r2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} h_{11}(t) & h_{12}(t) \\ h_{21}(t) & h_{22}(t) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix}$$

Fig.6 đề cập đến phương pháp tạo trọng số (phương pháp tiền mã hóa) trong phương án này. Bộ tạo trọng số 600 tích hợp các bộ tạo trọng số 308A và 308B trên Fig.3. Như được thể hiện trên Fig.6, dòng s1(t) và dòng s2(t) tương ứng với các tín hiệu dải gốc 307A và 307B trên Fig.3. Nói cách khác, các dòng s1(t) và s2(t) là các thành phần cùng pha I và các thành phần pha vuông góc Q của tín hiệu dải gốc khi được ánh xạ theo phương pháp điều chế như QPSK, 16QAM, 64QAM, hoặc loại tương tự. Như được chỉ báo bởi cấu trúc khung trên Fig.6, dòng s1(t) được biểu diễn là s1(u) tại ký hiệu số u, là s1(u + 1) tại ký hiệu số u + 1, và v.v. Tương tự, dòng s2(t) được biểu diễn là s2(u) tại ký hiệu số u, là s2(u + 1) tại ký hiệu số u + 1, và v.v. Bộ tạo trọng số 600 thu các tín hiệu dải gốc 307A (s1(t)) và 307B (s2(t)) và thông tin 315 liên quan đến thông tin tạo trọng số trên Fig.3 như là các đầu vào, thực hiện việc tạo trọng số theo thông tin 315 liên quan đến việc tạo trọng số, và xuất ra các tín hiệu 309A (z1(t)) và 309B (z2(t)) sau khi tạo trọng số trên Fig.3. Trong trường hợp này, z1(t) và z2(t) được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số 4i (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 37

Phương trình 37

$$\begin{pmatrix} z1(4i) \\ z2(4i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j0} & e^{j\frac{3}{4}\pi} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i) \\ s2(4i) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số 4i + 1:

Phép toán 38

Phương trình 38

$$\begin{pmatrix} z1(4i+1) \\ z2(4i+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j\frac{3}{4}\pi} & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+1) \\ s2(4i+1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i+2$:

Phép toán 39

Phương trình 39

$$\begin{pmatrix} z1(4i+2) \\ z2(4i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j\frac{3}{4}\pi} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+2) \\ s2(4i+2) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i+3$:

Phép toán 40

Phương trình 40

$$\begin{pmatrix} z1(4i+3) \\ z2(4i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\frac{3}{4}\pi} & e^{j0} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+3) \\ s2(4i+3) \end{pmatrix}$$

Theo cách này, bộ tạo trọng số trên Fig.6 chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) bốn khe. (Trong khi các trọng số tiền mã hóa được mô tả là được chuyển đổi giữa chúng đều đặn trên bốn khe, số lượng khe cho việc chuyển đổi đều đặn không bị giới hạn là bốn).

Một cách ngẫu nhiên, tài liệu không phải sáng chế 4 mô tả việc chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa đối với mỗi khe. Việc chuyển đổi này của các trọng số tiền mã hóa khác biệt ở chỗ là ngẫu nhiên. Mặt khác, trong phương án này, chu kỳ (chu trình) nào đó được đưa ra, và giữa các trọng số tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn. Ngoài ra, trong mỗi ma trận trọng số tiền mã hóa 2×2 bao gồm bốn trọng số tiền mã hóa, giá trị tuyệt đối của mỗi bốn trọng số tiền mã hóa là bằng $(1/\sqrt{2})$, và việc chuyển đổi được thực hiện đều đặn giữa các ma trận trọng số tiền mã hóa có đặc tính này.

Trong môi trường LOS, nếu ma trận tiền mã hóa đặc biệt được sử dụng, chất

lượng thu có thể cải thiện đáng kể, ma trận tiền mã hóa đặc biệt khác nhau phụ thuộc vào các điều kiện của các sóng trực tiếp. Trong môi trường LOS, tuy nhiên, xu hướng nào đó tồn tại, và nếu các ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi giữa chúng đều đặn theo xu hướng này, chất lượng thu của dữ liệu cải thiện đáng kể. Mặt khác, khi các ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi giữa chúng một cách ngẫu nhiên, ma trận tiền mã hóa ngoài ma trận tiền mã hóa đặc biệt nêu trên có thể tồn tại, và khả năng thực hiện việc tiền mã hóa chỉ với các ma trận tiền mã hóa chênh lệch mà không thích hợp cho môi trường LOS cũng tồn tại. Do đó, trong môi trường LOS, chất lượng thu tốt có thể không luôn thu được. Do đó, cần thiết phải có phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa thích hợp cho môi trường LOS. Sáng chế đề xuất phương pháp tiền mã hóa này.

Fig.7 là ví dụ về cấu hình của thiết bị thu 700 trong phương án này. Bộ vô tuyến 703_X thu, như là đầu vào, tín hiệu được thu 702_X được thu bởi anten 701_X, thực hiện xử lý như chuyển đổi tần số, giải điều chế pha vuông góc, và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu dải gốc 704_X.

Bộ đánh giá dao động kênh 705_1 đối với tín hiệu được điều chế z1 được truyền bởi thiết bị truyền thu tín hiệu dải gốc 704_X như là đầu vào, tách ký hiệu tham chiếu 501_1 cho việc đánh giá kênh như trên Fig.5, đánh giá giá trị tương ứng với h_{11} trong phương trình 36, và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 706_1.

Bộ đánh giá dao động kênh 705_2 đối với tín hiệu được điều chế z2 được truyền bởi thiết bị truyền thu tín hiệu dải gốc 704_X như là đầu vào, tách ký hiệu tham chiếu 501_2 cho việc đánh giá kênh như trên Fig.5, đánh giá giá trị tương ứng với h_{12} trong phương trình 36, và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 706_2.

Bộ vô tuyến 703_Y thu, như là đầu vào, tín hiệu được thu 702_Y được thu bởi anten 701_Y, thực hiện xử lý như chuyển đổi tần số, giải điều chế pha vuông góc, và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu dải gốc 704_Y.

Bộ đánh giá dao động kênh 707_1 đối với tín hiệu được điều chế z1 được truyền bởi thiết bị truyền thu tín hiệu dải gốc 704_Y như là đầu vào, tách ký hiệu tham chiếu 501_1 cho việc đánh giá kênh như trên Fig.5, đánh giá giá trị tương ứng với h_{21} trong phương trình 36, và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 708_1.

Bộ đánh giá dao động kênh 707_2 đối với tín hiệu được điều chế z2 được truyền bởi thiết bị truyền thu tín hiệu dải gốc 704_Y như là đầu vào, tách ký hiệu tham chiếu 501_2 cho việc đánh giá kênh như trên Fig.5, đánh giá giá trị tương ứng với h_{22} trong phương trình 36, và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 708_2.

Bộ giải mã thông tin điều khiển 709 thu tín hiệu dải gốc 704_X và tín hiệu dải gốc 704_Y như là các đầu vào, dò tìm ký hiệu 500_1 mà chỉ báo phương pháp truyền như trên Fig.5, và xuất ra tín hiệu 710 liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền.

Bộ xử lý tín hiệu 711 thu, như là các đầu vào, các tín hiệu dải gốc 704_X và 704_Y, các tín hiệu đánh giá kênh 706_1, 706_2, 708_1, và 708_2, và tín hiệu 710 liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền, thực hiện việc dò tìm và giải mã, và xuất ra dữ liệu được thu 712_1 và 712_2.

Tiếp theo, các thao tác bởi bộ xử lý tín hiệu 711 trên Fig.7 được mô tả một cách chi tiết. Fig.8 là ví dụ về cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu 711 trong phương án này. Fig.8 thể hiện bộ dò tìm MIMO INNER, bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài, và bộ tạo hệ số trọng số như là các thành phần chính. Tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3 mô tả phương pháp giải mã lặp với cấu trúc này. Hệ thống MIMO được mô tả trong tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3 là hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, trong khi phương án này khác với Tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3 bằng cách mô tả hệ thống MIMO mà thay đổi các trọng số tiền mã hóa theo thời gian. Đặt ma trận (kênh) trong phương trình 36 là $H(t)$, ma trận trọng số tiền mã hóa trên Fig.6 là $W(t)$ (trong đó ma trận trọng số tiền mã hóa chuyển đổi trên t), vector thu được là $R(t) = (r1(t), r2(t))^T$, và vector dòng là $S(t) = (s1(t), s2(t))^T$, phương trình sau đây được duy trì.

Phép toán 41

Phương trình 41

$$R(t) = H(t)W(t)S(t)$$

Trong trường hợp này, thiết bị thu có thể áp dụng phương pháp giải mã

trong tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3 đối với vector thu được $R(t)$ bằng cách xem $H(t)W(t)$ là ma trận kênh.

Do đó, bộ tạo hệ số trọng số 819 trên Fig.8 thu, như là đầu vào, tín hiệu 818 liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (tương ứng với 710 trên Fig.7) và xuất ra tín hiệu 820 liên quan đến thông tin về các hệ số trọng số.

Bộ dò tìm MIMO INNER 803 thu tín hiệu 820 liên quan đến thông tin về các hệ số trọng số như là đầu vào và, sử dụng tín hiệu 820, thực hiện việc tính toán trong phương trình 41. Dò tìm lặp và giải mã được thực hiện. Phần sau đây mô tả các thao tác của nó.

Trong bộ xử lý tín hiệu trên Fig.8, phương pháp xử lý như phương pháp được thể hiện trên Fig.10 là cần thiết cho việc giải mã lặp (dò tìm lặp). Đầu tiên, một từ mã (hoặc một khung) của tín hiệu được điều chế (dòng) s1 và một từ mã (hoặc một khung) của tín hiệu được điều chế (dòng) s2 được giải mã. Kết quả là, tỷ lệ likelihood-log (LLR) của mỗi bit của một từ mã (hoặc một khung) của tín hiệu được điều chế (dòng) s1 và của một từ mã (hoặc một khung) của tín hiệu được điều chế (dòng) s2 thu được từ bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài. Việc dò tìm và giải mã được thực hiện lại sử dụng LLR. Các thao tác này được thực hiện nhiều lần (các thao tác này được gọi là giải mã lặp (dò tìm lặp)). Sau đây, phần mô tả tập trung vào phương pháp tạo ra tỷ lệ likelihood-log (LLR) của ký hiệu tại thời điểm cụ thể trong một khung.

Trên Fig.8, bộ lưu trữ 815 thu, như là các đầu vào, tín hiệu dải gốc 801X (tương ứng với tín hiệu dải gốc 704_X trên Fig.7), nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802X (tương ứng với các tín hiệu đánh giá kênh 706_1 và 706_2 trên Fig.7), tín hiệu dải gốc 801Y (tương ứng với tín hiệu dải gốc 704_Y trên Fig.7), và nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802Y (tương ứng với các tín hiệu đánh giá kênh 708_1 và 708_2 trên Fig.7). Để thực hiện giải mã lặp (dò tìm lặp), bộ lưu trữ 815 tính toán $H(t)W(t)$ trong phương trình 41 và lưu trữ ma trận được tính toán như là nhóm tín hiệu kênh được biến đổi. Bộ lưu trữ 815 xuất ra các tín hiệu nêu trên khi cần thiết là tín hiệu dải gốc 816X, nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817X, tín hiệu

dải gốc 816Y, và nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817Y.

Các thao tác tiếp theo được mô tả tách biệt đối với dò tìm khởi tạo và đối với giải mã lặp (dò tìm lặp).

Dò tìm khởi tạo

Bộ dò tìm MIMO INNER 803 thu, như là các đầu vào, tín hiệu dải gốc 801X, nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802X, tín hiệu dải gốc 801Y, và nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802Y. Ở đây, phương pháp điều chế đối với tín hiệu được điều chế (dòng) s1 và tín hiệu được điều chế (dòng) s2 được mô tả là 16QAM.

Bộ dò tìm MIMO INNER 803 đầu tiên tính toán $H(t)W(t)$ từ nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802X và nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802Y để tìm kiếm các điểm tín hiệu ứng viên tương ứng với tín hiệu dải gốc 801X. Fig.11 thể hiện việc tính toán này. Trên Fig.11, mỗi chấm đen (●) là điểm tín hiệu ứng viên trong mặt phẳng IQ. Do phương pháp điều chế là 16QAM, có 256 điểm tín hiệu ứng viên. (do Fig.11 chỉ để minh họa, không phải tất cả 256 điểm tín hiệu ứng viên được thể hiện). Ở đây, đặt bốn bit được truyền bởi tín hiệu được điều chế s1 là b0, b1, b2, và b3, và bốn bit được truyền bởi tín hiệu được điều chế s2 là b4, b5, b6, và b7, các điểm tín hiệu ứng viên tương ứng với (b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7) trên Fig.11 tồn tại. Khoảng cách Oclit được lấy bình phương được tìm kiếm giữa điểm tín hiệu thu 1101 (tương ứng với tín hiệu dải gốc 801X) và mỗi điểm tín hiệu ứng viên. Mỗi khoảng cách Oclit được lấy bình phương được chia cho phương sai tạp âm σ^2 . Do đó, $E_x(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$, tức là giá trị của khoảng cách Oclit được lấy bình phương giữa điểm tín hiệu ứng viên tương ứng với (b0, b1, b2, b3, b4, b5, b6, b7) và điểm tín hiệu thu, được chia cho phương sai tạp âm, được tìm kiếm. Lưu ý rằng các tín hiệu dải gốc và các tín hiệu được điều chế s1 và s2 đều là các tín hiệu phức.

Tương tự, $H(t)W(t)$ được tính toán từ nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802X và nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802Y, các điểm tín hiệu ứng viên tương ứng với tín hiệu dải gốc 801Y được tìm kiếm, khoảng cách Oclit được lấy bình phương đối với điểm tín hiệu thu (tương ứng với tín hiệu dải gốc 801Y) được tìm kiếm, và khoảng cách Oclit được lấy bình phương được chia cho phương sai tạp âm σ^2 . Do đó,

$E_Y(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$, tức là giá trị của khoảng cách Öclit được lấy bình phương giữa điểm tín hiệu ứng viên tương ứng với $(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ và điểm tín hiệu thu, được chia cho phương sai tạp âm, được tìm kiếm.

Sau đó $E_X(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7) + E_Y(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7) = E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ được tìm kiếm.

Bộ dò tìm MIMO INNER 803 xuất ra $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ như là tín hiệu 804.

Bộ tính toán likelihood-log 805A thu tín hiệu 804 như là đầu vào, tính toán likelihood-log đối với các bit b_0, b_1, b_2 , và b_3 , và xuất ra tín hiệu likelihood-log 806A. Lưu ý rằng trong khi tính toán likelihood-log, likelihood-log đối với “1” và likelihood-log đối với “0” được tính toán. Phương pháp tính toán như được thể hiện trong các phương trình 28, 29, và 30. Chi tiết có thể được tìm thấy trong tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3.

Tương tự, bộ tính toán likelihood-log 805B thu tín hiệu 804 như là đầu vào, tính toán likelihood-log đối với các bit b_4, b_5, b_6 , và b_7 , và xuất ra tín hiệu likelihood-log 806B.

Bộ giải đan xen (807A) thu tín hiệu likelihood-log 806A như là đầu vào, thực hiện việc giải đan xen tương ứng với bộ đan xen (bộ đan xen (304A) trên Fig.3), và xuất ra tín hiệu likelihood-log được giải đan xen 808A.

Tương tự, bộ giải đan xen (807B) thu tín hiệu likelihood-log 806B như là đầu vào, thực hiện việc giải đan xen tương ứng với bộ đan xen (bộ đan xen (304B) trên Fig.3), và xuất ra tín hiệu likelihood-log được giải đan xen 808B.

Bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log 809A thu tín hiệu likelihood-log được đan xen 808A như là đầu vào, tính toán tỷ lệ likelihood-log (LLR) của các bit được mã hóa bởi bộ mã hóa 302A trên Fig.3, và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log 810A.

Tương tự, bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log 809B thu tín hiệu likelihood-log được đan xen 808B như là đầu vào, tính toán tỷ lệ likelihood-log (LLR) của các bit được mã hóa bởi bộ mã hóa 302B trên Fig.3, và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log 810B.

Bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài 811A thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log

810A như là đầu vào, thực hiện việc giải mã, và xuất ra tỷ lệ likelihood-log được giải mã 812A.

Tương tự, bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài 811B thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log 810B như là đầu vào, thực hiện việc giải mã, và xuất ra tỷ lệ likelihood-log được giải mã 812B.

Giải mã lặp (Dò tìm lặp), số lần lặp k

Bộ đan xen (813A) thu tỷ lệ likelihood-log 812A được giải mã bởi bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài trong lần lặp thứ $(k - 1)$ như là đầu vào, thực hiện việc đan xen, và xuất ra tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814A. Mẫu đan xen trong bộ đan xen (813A) là tương tự mẫu đan xen trong bộ đan xen (304A) trên Fig.3.

Bộ đan xen (813B) thu tỷ lệ likelihood-log 812B được giải mã bởi bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài trong lần lặp thứ $(k - 1)$ như là đầu vào, thực hiện việc đan xen, và xuất ra tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814B. Mẫu đan xen trong bộ đan xen (813B) là tương tự mẫu đan xen trong bộ đan xen (304B) trên Fig.3.

Bộ dò tìm MIMO INNER 803 thu, như là các đầu vào, tín hiệu dải gốc 816X, nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817X, tín hiệu dải gốc 816Y, nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817Y, tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814A, và tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814B. Lý do cho việc sử dụng tín hiệu dải gốc 816X, nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817X, tín hiệu dải gốc 816Y, và nhóm tín hiệu đánh giá kênh được biến đổi 817Y thay vì tín hiệu dải gốc 801X, nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802X, tín hiệu dải gốc 801Y, và nhóm tín hiệu đánh giá kênh 802Y là vì trễ xảy ra do giải mã lặp.

Sự khác biệt giữa các thao tác bởi bộ dò tìm MIMO INNER 803 để giải mã lặp và để dò tìm khởi tạo là việc sử dụng tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814A và tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814B trong khi xử lý tín hiệu. Bộ dò tìm MIMO INNER 803 đầu tiên tìm kiếm $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$, như trong khi dò tìm khởi tạo. Ngoài ra, các hệ số tương ứng với các phương trình 11 và 32 được tìm kiếm từ tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814A và tỷ lệ likelihood-log được đan xen 814B. Giá trị $E(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6, b_7)$ được điều chỉnh sử dụng các hệ số được tìm kiếm, và giá trị cuối cùng $E'(b_0, b_1, b_2, b_3, b_4, b_5, b_6,$

b7) được xuất ra như là tín hiệu 804.

Bộ tính toán likelihood-log 805A thu tín hiệu 804 như là đầu vào, tính toán likelihood-log đối với các bit b0, b1, b2, và b3, và xuất ra tín hiệu likelihood-log 806A. Lưu ý rằng trong khi tính toán likelihood-log, likelihood-log đối với “1” và likelihood-log đối với “0” được tính toán. Phương pháp tính toán như được thể hiện trong các phương trình 31, 32, 33, 34, và 35. Chi tiết có thể được tìm trong tài liệu không phải sáng chế 2 và tài liệu không phải sáng chế 3.

Tương tự, bộ tính toán likelihood-log 805B thu tín hiệu 804 như là đầu vào, tính toán likelihood-log đối với các bit b4, b5, b6, và b7, và xuất ra tín hiệu likelihood-log 806B. Các hoạt động bởi bộ giải đan xen trở đi là tương tự như dò tìm khởi tạo.

Lưu ý rằng trong khi Fig.8 thể hiện cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu khi thực hiện dò tìm lặp, dò tìm lặp không phải là luôn cần thiết để thu được chất lượng thu cao, và cấu trúc mà không bao gồm các bộ đan xen 813A và 813B, mà cần thiết chỉ cho dò tìm lặp, là có thể. Trong trường hợp này, bộ dò tìm MIMO INNER 803 không thực hiện dò tìm lặp.

Phần chính của phương án này là việc tính toán của $H(t)W(t)$. Lưu ý rằng như được thể hiện trong tài liệu không phải sáng chế 5 và loại tương tự, khai triển QR có thể được sử dụng để thực hiện dò tìm khởi tạo và dò tìm lặp.

Ngoài ra, như được thể hiện trong tài liệu không phải sáng chế 11, dựa trên $H(t)W(t)$, thao tác tuyến tính của thuật toán lỗi bình phương trung bình tối thiểu(MMSE) và thuật toán cưỡng ép về không (Zero Forcing, viết tắt là ZF) có thể được thực hiện để thực hiện dò tìm khởi tạo.

Fig.9 là cấu trúc của bộ xử lý tín hiệu khác với Fig.8 và để tín hiệu được điều chế được truyền bởi thiết bị truyền trên Fig.4. Sự khác biệt với Fig.8 là số lượng bộ mã hóa mềm trong/mềm ngoài. Bộ giải mã mềm trong/mềm ngoài 901 thu, như là các đầu vào, các tín hiệu tỷ lệ likelihood-log 810A và 810B, thực hiện việc giải mã, và xuất ra tỷ lệ likelihood-log được giải mã 902. Bộ phân phối 903 thu tỷ lệ likelihood-log được giải mã 902 như là đầu vào và phân phối tỷ lệ likelihood-log 902. Các hoạt động khác là tương tự Fig.8.

Fig.12A và Fig.12B thể hiện các đặc tính BER cho phương pháp truyền sử dụng các trọng số tiền mã hóa của phương án này dưới các điều kiện tương tự Fig.29A và Fig.29B. Fig.12A thể hiện các đặc tính BER của Xác suất hậu nghiệm (APP) Max-log mà không có dò tìm lặp (xem tài liệu không phải sáng chế 1 và tài liệu không phải sáng chế 2), và Fig.12B thể hiện các đặc tính BER của Max-log-APP với dò tìm lặp (xem tài liệu không phải sáng chế 1 và tài liệu không phải sáng chế 2) (số lần lặp: năm). So sánh Fig.12A, Fig.12B, Fig.29A, và Fig.29B thể hiện làm thế nào nếu phương pháp truyền của phương án này được sử dụng, các đặc tính BER khi hệ số Rician là lớn cải thiện tốt so với các đặc tính BER khi sử dụng hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, do đó khẳng định sự hữu ích của phương pháp này trong phương án này.

Như được nêu trên, khi thiết bị truyền truyền các tín hiệu điều chế từ các anten trong hệ thống MIMO, hiệu quả của chất lượng truyền được cải thiện, như so với hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian thông thường, thu được trong môi trường LOS trong đó các sóng mang trực tiếp là chiếm phần lớn bằng cách chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa đều đặn theo thời gian, như trong phương án này.

Trong phương án này, và cụ thể đối với cấu hình của thiết bị thu, các thao tác được mô tả đối với số lượng anten bị giới hạn, nhưng sáng chế có thể được thực hiện theo cách tương tự ngay cả nếu số lượng của anten tăng lên. Nói cách khác, số lượng của anten trong thiết bị thu không ảnh hưởng đến các thao tác và các hiệu quả của phương án này. Ngoài ra, trong phương án này, ví dụ về mã hóa LDP được giải thích cụ thể, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở mã hóa LDPC. Ngoài ra, đối với phương pháp giải mã, các bộ mã hóa mềm trong/mềm ngoài không bị giới hạn ở ví dụ của giải mã tổng tích. Phương pháp giải mã mềm trong/mềm ngoài khác có thể được sử dụng, như thuật toán BCJR, thuật toán SOVA, thuật toán Max-log-MAP, và loại tương tự. Chi tiết được đưa ra trong tài liệu không phải sáng chế 6.

Ngoài ra, trong phương án này, ví dụ về phương pháp đơn sóng mang được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này và có thể được thực hiện tương tự đối với việc truyền đa sóng mang. Do đó, khi sử dụng phương pháp như

truyền thông trải phổ, ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), đa truy nhập phân chia theo tần số đơn sóng mang (SC-FDMA), ghép kênh phân chia theo tần số trực giao đơn sóng mang (SC-OFDM), hoặc OFDM sóng con như được mô tả trong tài liệu không phải sáng chế 7 và loại tương tự, ví dụ, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự. Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, và loại tương tự), các ký hiệu cho việc truyền thông tin điều khiển, và loại tương tự, có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ.

Phần sau đây mô tả ví dụ về sử dụng OFDM như là ví dụ của phương pháp đa sóng mang.

Fig.13 thể hiện cấu hình của thiết bị truyền khi sử dụng OFDM. Trên Fig.13, các thành phần mà hoạt động theo cách tương tự như Fig.3 mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn.

Bộ xử lý liên quan OFDM 1301A thu, như là đầu vào, tín hiệu được tạo trọng số 309A, thực hiện xử lý liên quan đến OFDM, và xuất ra tín hiệu truyền 1302A. Tương tự, bộ xử lý liên quan OFDM 1301B thu, như là đầu vào, tín hiệu được tạo trọng số 309B, thực hiện xử lý liên quan đến OFDM, và xuất ra tín hiệu truyền 1302B.

Fig.14 thể hiện ví dụ về cấu trúc từ các bộ xử lý liên quan OFDM 1301A và 1301B trên Fig.13 trở đi. Phần từ 1401A đến 1410A liên quan đến phần từ 1301A đến 312A trên Fig.13, và phần từ 1401B đến 1410B liên quan đến phần từ 1301B đến 312B trên Fig.13.

Bộ chuyển đổi nối tiếp/song song 1402A thực hiện chuyển đổi nối tiếp/song song trên tín hiệu được tạo trọng số 1401A (tương ứng với tín hiệu được tạo trọng số 309A trên Fig.13) và xuất ra tín hiệu song song 1403A.

Bộ sắp xếp lại 1404A thu tín hiệu song song 1403A như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại, và xuất ra tín hiệu được sắp xếp lại 1405A. Việc sắp xếp lại được mô tả chi tiết sau đây.

Bộ biến đổi ngược Fourier nhanh 1406A thu tín hiệu được sắp xếp lại 1405A như là đầu vào, thực hiện biến đổi Fourier nhanh, và xuất ra tín hiệu được biến đổi

Fourier nhanh 1407A.

Bộ vô tuyến 1408A thu tín hiệu được biến đổi Fourier nhanh 1407A như là đầu vào, thực hiện xử lý như chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu được điều chế 1409A. Tín hiệu được điều chế 1409A được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten 1410A.

Bộ chuyển đổi nối tiếp/song song 1402B thực hiện chuyển đổi nối tiếp/song song trên tín hiệu được tạo trọng số 1401B (tương ứng với tín hiệu được tạo trọng số 309B trên Fig.13) và xuất ra tín hiệu song song 1403B.

Bộ sắp xếp lại 1404B thu tín hiệu song song 1403B như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại, và xuất ra tín hiệu được sắp xếp lại 1405B. Việc sắp xếp lại được mô tả chi tiết sau đây.

Bộ biến đổi ngược Fourier nhanh 1406B thu tín hiệu được sắp xếp lại 1405B như là đầu vào, thực hiện biến đổi Fourier nhanh, và xuất ra tín hiệu được biến đổi Fourier nhanh 1407B.

Bộ vô tuyến 1408B thu tín hiệu được biến đổi Fourier nhanh 1407B như là đầu vào, thực hiện xử lý như chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu được điều chế 1409B. Tín hiệu được điều chế 1409B được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten 1410B.

Trong thiết bị truyền trên Fig.3, do phương pháp truyền không sử dụng đa sóng mang, việc tiền mã hóa chuyển đổi để tạo thành chu kỳ (chu trình) bốn khe, như được thể hiện trên Fig.6, và các ký hiệu tiền mã hóa được sắp xếp trong miền thời gian. Khi sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như trong phương pháp OFDM được thể hiện trên Fig.13, tất nhiên có thể sắp xếp các ký hiệu được tiền mã hóa trong miền thời gian như trên Fig.3 đối với mỗi sóng mang (sóng mang con). Trong trường hợp của phương pháp truyền đa sóng mang, tuy nhiên, có thể sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số, hoặc trong cả các miền thời gian và tần số. Phần sau đây mô tả các sắp xếp này.

Fig.15A và Fig.15B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu bởi các bộ sắp xếp lại 1401A và 1401B trên Fig.14, trục ngang biểu diễn tần số, và trục dọc biểu diễn thời gian. Miền tần số chạy từ sóng mang (sóng mang con) 0

đến sóng mang (sóng mang con) 9. Các tín hiệu được điều chế z_1 và z_2 sử dụng cùng dải thông tần số tại cùng thời điểm. Fig.15A thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_1 , và Fig.15B thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_2 . Các số #1, #2, #3, #4, ... được gán theo thứ tự tới các ký hiệu của tín hiệu được tạo trọng số 1401A mà được đưa vào bộ chuyển đổi nối tiếp/song song 1402A. Tại điểm này, các ký hiệu được gán đều đặn, như được thể hiện trên Fig.15A. Các ký hiệu #1, #2, #3, #4, ... được sắp xếp theo thứ tự bắt đầu từ sóng mang 0. Các ký hiệu #1 đến #9 được gán tới thời gian \$1, và sau đó, các ký hiệu từ #10 đến #19 được gán tới thời gian \$2.

Tương tự, các số #1, #2, #3, #4, ... được gán theo thứ tự tới các ký hiệu của tín hiệu được tạo trọng số 1401B mà được đưa vào bộ chuyển đổi nối tiếp/song song 1402B. Tại điểm này, các ký hiệu được gán đều đặn, như được thể hiện trên Fig.15B. Các ký hiệu #1, #2, #3, #4, ... được sắp xếp theo thứ tự bắt đầu từ sóng mang 0. Các ký hiệu #1 đến #9 được gán tới thời gian \$1, và sau đó, các ký hiệu từ #10 đến #19 được gán tới thời gian \$2. Lưu ý rằng các tín hiệu được điều chế z_1 và z_2 là các tín hiệu phức.

Nhóm ký hiệu 1501 và nhóm ký hiệu 1502 được thể hiện trên Fig.15A và Fig.15B là các ký hiệu đối với một chu kỳ (chu trình) khi sử dụng phương pháp chuyển đổi trọng số tiền mã hóa được thể hiện trên Fig.6. Ký hiệu #0 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i$ trên Fig.6. Ký hiệu #1 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 1$ trên Fig.6. Ký hiệu #2 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 2$ trên Fig.6. Ký hiệu #3 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 3$ trên Fig.6. Do đó, ký hiệu # x là như sau. Khi $x \bmod 4$ là 0, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i$ trên Fig.6. Khi $x \bmod 4$ là 1, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 1$ trên Fig.6. Khi $x \bmod 4$ là 2, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 2$ trên Fig.6. Khi $x \bmod 4$ là 3, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $4i + 3$ trên Fig.6.

Theo cách này, khi sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM,

không giống như trong khi truyền đơn sóng mang, các ký hiệu có thể được sắp xếp trong miền tần số. Ngoài ra, thứ tự của các ký hiệu không bị giới hạn ở thứ tự được thể hiện trên Fig.15A và Fig.15B. Các ví dụ khác được mô tả có viện dẫn tới Fig.16A, Fig.16B, Fig.17A, và Fig.17B.

Fig.16A và Fig.16B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu bởi các bộ sắp xếp lại 1404A và 1404B trên Fig.14, trục ngang biểu diễn tần số, và trục dọc biểu diễn thời gian, mà khác với Fig.15A và Fig.15B. Fig.16A thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z1, và Fig.16B thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z2. Sự khác biệt trên Fig.16A và Fig.16B so với Fig.15A và Fig.15B đó là phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z1 khác với phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z2. Trên Fig.16B, các ký hiệu #0 đến #5 được gán tới các sóng mang 4 đến 9, và các ký hiệu #6 đến #9 được gán tới các sóng mang 0 đến 3. Sau đó, các ký hiệu từ #10 đến #19 được gán đều đặn theo cách tương tự. Tại điểm này, như trên Fig.15A và Fig.15B, nhóm ký hiệu 1601 và nhóm ký hiệu 1602 được thể hiện trên Fig.16A và Fig.16B là các ký hiệu đối với một chu kỳ (chu trình) khi sử dụng phương pháp chuyển đổi trọng số tiền mã hóa được thể hiện trên Fig.6.

Fig.17A và Fig.17B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu bởi các bộ sắp xếp lại 1404A và 1404B trên Fig.14, trục ngang biểu diễn tần số, và trục dọc biểu diễn thời gian, mà khác với Fig.15A và Fig.15B. Fig.17A thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z1, và Fig.17B thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z2. Sự khác biệt trên Fig.17A và Fig.17B so với Fig.15A và Fig.15B đó là trong khi các ký hiệu được sắp xếp theo thứ tự bởi sóng mang trên Fig.15A và Fig.15B, các ký hiệu không được sắp xếp theo thứ tự bởi sóng mang trên Fig.17A và Fig.17B. Rõ ràng rằng, trên Fig.17A và Fig.17B, phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z1 có thể khác với phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z2, như trên Fig.16A và Fig.16B.

Fig.18A và Fig.18B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu

bởi các bộ sắp xếp lại 1404A và 1404B trên Fig.14, trục ngang biểu diễn tần số, và trục dọc biểu diễn thời gian, mà khác với Fig.15A đến 17B. Fig.18A thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_1 , và Fig.18B thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_2 . Trên Fig.15A đến 17B, các ký hiệu được sắp xếp trong miền tần số, trong khi trên Fig.18A và Fig.18B, các ký hiệu được sắp xếp trong cả các miền thời gian và tần số.

Trên Fig.6, ví dụ được mô tả về việc chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa trên bốn khe. Ở đây, tuy nhiên, ví dụ về việc chuyển đổi trên tám khe được mô tả. Các nhóm ký hiệu 1801 và 1802 được thể hiện trên Fig.18A và Fig.18B là các ký hiệu đối với một chu kỳ (chu trình) khi sử dụng phương pháp chuyển đổi trọng số tiền mã hóa (và do đó là tám nhóm ký hiệu). Ký hiệu #0 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i$. Ký hiệu #1 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 1$. Ký hiệu #2 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 2$. Ký hiệu #3 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 3$. Ký hiệu #4 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 4$. Ký hiệu #5 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 5$. Ký hiệu #6 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 6$. Ký hiệu #7 là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 7$. Do đó, ký hiệu # x là như sau. Khi $x \bmod 8$ là 0, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i$. Khi $x \bmod 8$ là 1, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 1$. Khi $x \bmod 8$ là 2, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 2$. Khi $x \bmod 8$ là 3, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 3$. Khi $x \bmod 8$ là 4, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 4$. Khi $x \bmod 8$ là 5, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 5$. Khi $x \bmod 8$ là 6, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 6$. Khi $x \bmod 8$ là 7, ký hiệu # x là ký hiệu khi sử dụng trọng số tiền mã hóa của khe $8i + 7$. Trong việc sắp xếp ký hiệu trên Fig.18A và Fig.18B, bốn khe trong miền thời gian và hai khe trong miền tần số đối với tổng của $4 \times 2 = 8$ khe được sử dụng để sắp xếp các ký hiệu đối với một chu kỳ (chu trình). Trong

trường hợp này, đặt số lượng ký hiệu trong một chu kỳ (chu trình) là $m \times n$ ký hiệu (nói cách khác, $m \times n$ trọng số tiền mã hóa tồn tại), số lượng khe (số lượng sóng mang) trong miền tần số được sử dụng để sắp xếp các ký hiệu trong một chu kỳ (chu trình) là n , và số lượng khe được sử dụng trong miền thời gian là m , m sẽ lớn hơn n . Đó là do pha của các sóng trực tiếp dao động chậm hơn trong miền thời gian so với trong miền tần số. Do đó, do các trọng số tiền mã hóa được chuyển đổi trong phương án này để giảm thiểu ảnh hưởng của các sóng trực tiếp ổn định, có ưu tiên làm giảm dao động trong các sóng trực tiếp trong chu kỳ (chu trình) để thay đổi các trọng số tiền mã hóa. Do đó, m sẽ lớn hơn n . Ngoài ra, xem xét các điểm nêu trên, ngoài việc sắp xếp lại ký hiệu chỉ trong miền tần số hoặc chỉ trong miền thời gian, các sóng trực tiếp có thể trở nên ổn định khi các ký hiệu được sắp xếp lại trong cả miền thời gian và tần số như trên Fig.18A và Fig.18B, nhờ đó làm cho dễ dàng hơn để thu được hiệu quả của sáng chế. Khi các ký hiệu được sắp xếp trong miền tần số, tuy nhiên, các dao động trong miền tần số là đột ngột, dẫn đến khả năng thu được tăng ích phân tập. Do đó, việc sắp xếp lại trong cả miền thời gian và tần số không phải luôn là phương pháp tốt nhất.

Fig.19A và Fig.19B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu bởi các bộ sắp xếp lại 1404A và 1404B trên Fig.14, trực ngang biểu diễn tần số, và trực dọc biểu diễn thời gian, mà khác với Fig.18A và Fig.18B. Fig.19A thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_1 , và Fig.19B thể hiện phương pháp sắp xếp lại đối với các ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_2 . Như trên Fig.18A và Fig.18B, Fig.19A và Fig.19B thể hiện cách sắp xếp của các ký hiệu sử dụng cả trục thời gian và tần số. Sự khác biệt so với Fig.18A và Fig.18B đó là, trong khi các ký hiệu đầu tiên được sắp xếp trong miền tần số và sau đó trong miền thời gian trên Fig.18A và Fig.18B, các ký hiệu đầu tiên được sắp xếp trong miền thời gian và sau đó trong miền tần số trên Fig.19A và Fig.19B. Trên Fig.19A và Fig.19B, nhóm ký hiệu 1901 và nhóm ký hiệu 1902 là các ký hiệu đối với một chu kỳ (chu trình) khi sử dụng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa.

Lưu ý rằng trên Fig.18A, 18B, 19A, và 19B, như trên Fig.16A và Fig.16B,

sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự, và hiệu quả của chất lượng thu cao thu được, với phương pháp sắp xếp ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_1 khác với phương pháp sắp xếp ký hiệu của tín hiệu được điều chế z_2 . Ngoài ra, trên Fig.18A, 18B, 19A, và 19B, như trên Fig.17A và Fig.17B, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự, và hiệu quả của chất lượng thu cao thu được, mà không sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự.

Fig.27 thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu bởi các bộ sắp xếp lại 1404A và 1404B trên Fig.14, trục ngang biểu diễn tần số, và trục dọc biểu diễn thời gian, mà khác với các ví dụ nêu trên. Trường hợp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa đều đặn trên bốn khe, như trong các phương trình từ 37 đến 40, được xem xét. Đặc điểm khác biệt của Fig.27 đó là các ký hiệu được sắp xếp theo thứ tự trong miền tần số, nhưng khi diễn tiến trong miền thời gian, các ký hiệu bị dịch chuyển theo chu kỳ bởi n ký hiệu (trong ví dụ trên Fig.27, $n = 1$). Trong bốn ký hiệu được thể hiện trong nhóm ký hiệu 2710 trong miền tần số trên Fig.27, việc tiền mã hóa chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa của Các phương trình từ 37 đến 40.

Trong trường hợp này, ký hiệu #0 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #1 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #2 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #3 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Tương tự, đối với nhóm ký hiệu 2720 trong miền tần số, ký hiệu #4 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #5 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #6 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #7 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Đối với các ký hiệu tại thời gian \$1, việc tiền mã hóa chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa nêu trên, nhưng trong miền thời gian, các ký hiệu bị dịch chuyển theo chu kỳ. Do đó, việc tiền mã hóa chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa đối với các nhóm ký hiệu 2701, 2702, 2703, và 2704 như sau.

Trong nhóm ký hiệu 2701 trong miền thời gian, ký hiệu #0 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #9 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #18 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #27 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Trong nhóm ký hiệu 2702 trong miền thời gian, ký hiệu #28 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #1 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #10 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #19 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Trong nhóm ký hiệu 2703 trong miền thời gian, ký hiệu #20 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #29 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #2 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #11 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Trong nhóm ký hiệu 2704 trong miền thời gian, ký hiệu #12 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 37, ký hiệu #21 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 38, ký hiệu #30 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 39, và ký hiệu #3 được tiền mã hóa sử dụng ma trận tiền mã hóa trong phương trình 40.

Khác biệt của Fig.27 đó là, ví dụ tập trung vào ký hiệu #11, các ký hiệu trên cả hai phía trong miền tần số tại cùng thời điểm (các ký hiệu #10 và #12) đều được tiền mã hóa với ma trận tiền mã hóa khác ngoài ký hiệu #11, và các ký hiệu trên cả hai phía trong miền thời gian trong cùng sóng mang (các ký hiệu #2 và #20) đều được tiền mã hóa với ma trận tiền mã hóa khác ngoài ký hiệu #11. Điều này đúng không chỉ đối với ký hiệu #11. Bất kỳ ký hiệu có các ký hiệu trên cả hai phía trong miền tần số và miền thời gian là khác biệt theo cách tương tự như ký hiệu #11. Kết quả là, các ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi hiệu quả giữa chúng, và do ảnh hưởng của các điều kiện cố định của các sóng trực tiếp được làm giảm, xác suất chất lượng thu dữ liệu được cải thiện tăng lên.

Trên Fig.27, trường hợp của $n = 1$ được mô tả, nhưng n không bị giới hạn theo cách này. Sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự với $n = 3$. Ngoài ra, trên Fig.27, khi các ký hiệu được sắp xếp trong miền tần số và thời gian diễn tiến trong miền thời gian, đặc điểm nêu trên thu được bằng cách dịch chuyển theo chu kỳ số của ký hiệu được sắp xếp, nhưng đặc tính nêu trên cũng có thể thu được bằng cách sắp xếp ngẫu nhiên (hoặc đều đặn) các ký hiệu.

Phương án 2

Trong phương án 1, việc chuyển đổi đều đặn các trọng số tiền mã hóa như được thể hiện trên Fig.6 được mô tả. Trong phương án này, phương pháp thiết kế các trọng số tiền mã hóa cụ thể mà khác với các trọng số tiền mã hóa trên Fig.6 được mô tả.

Trên Fig.6, phương pháp chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa trong các phương trình từ 37 đến 40 được mô tả. Bằng cách tổng quát hóa phương pháp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi như sau. (Chu kỳ (chu trình) chuyển đổi đối với ma trận tiền mã hóa có bốn khe, và các phương trình được liệt kê tương tự như các phương trình từ 37 đến 40).

Đối với ký hiệu số $4i$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 42

Phương trình 42

$$\begin{pmatrix} z1(4i) \\ z2(4i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i)} & e^{j(\theta_{11}(4i)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i)} & e^{j(\theta_{21}(4i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i) \\ s2(4i) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $4i + 1$:

Phép toán 43

Phương trình 43

$$\begin{pmatrix} z1(4i+1) \\ z2(4i+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+1)} & e^{j(\theta_{11}(4i+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+1)} & e^{j(\theta_{21}(4i+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+1) \\ s2(4i+1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i + 2$:

Phép toán 44

Phương trình 44

$$\begin{pmatrix} z1(4i+2) \\ z2(4i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+2)} & e^{j(\theta_{11}(4i+2)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+2)} & e^{j(\theta_{21}(4i+2)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+2) \\ s2(4i+2) \end{pmatrix}$$

Đổi với ký hiệu số $4i+3$:

Phép toán 45

Phương trình 45

$$\begin{pmatrix} z1(4i+3) \\ z2(4i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+3)} & e^{j(\theta_{11}(4i+3)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+3)} & e^{j(\theta_{21}(4i+3)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+3) \\ s2(4i+3) \end{pmatrix}$$

Từ các phương trình 36 và 41, vector thu được $R(t) = (r1(t), r2(t))^T$ có thể được biểu diễn như sau.

Đổi với ký hiệu số $4i$:

Phép toán 46

Phương trình 46

$$\begin{pmatrix} r1(4i) \\ r2(4i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(4i) & h_{12}(4i) \\ h_{21}(4i) & h_{22}(4i) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i)} & e^{j(\theta_{11}(4i)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i)} & e^{j(\theta_{21}(4i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i) \\ s2(4i) \end{pmatrix}$$

Đổi với ký hiệu số $4i+1$:

Phép toán 47

Phương trình 47

$$\begin{pmatrix} r1(4i+1) \\ r2(4i+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(4i+1) & h_{12}(4i+1) \\ h_{21}(4i+1) & h_{22}(4i+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+1)} & e^{j(\theta_{11}(4i+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+1)} & e^{j(\theta_{21}(4i+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+1) \\ s2(4i+1) \end{pmatrix}$$

Đổi với ký hiệu số $4i+2$:

Phép toán 48

Phương trình 48

$$\begin{pmatrix} r1(4i+2) \\ r2(4i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(4i+2) & h_{12}(4i+2) \\ h_{21}(4i+2) & h_{22}(4i+2) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+2)} & e^{j(\theta_{11}(4i+2)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+2)} & e^{j(\theta_{21}(4i+2)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+2) \\ s2(4i+2) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i + 3$:

Phép toán 49

Phương trình 49

$$\begin{pmatrix} r1(4i+3) \\ r2(4i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(4i+3) & h_{12}(4i+3) \\ h_{21}(4i+3) & h_{22}(4i+3) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+3)} & e^{j(\theta_{11}(4i+3)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+3)} & e^{j(\theta_{21}(4i+3)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+3) \\ s2(4i+3) \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, giả thiết rằng chỉ các thành phần của các sóng trực tiếp tồn tại trong các phần tử kênh $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$, mà các thành phần biên độ của các sóng trực tiếp đều bằng nhau, và các dao động không xảy ra theo thời gian. Với các giả thiết này, các phương trình từ 46 đến 49 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số $4i$:

Phép toán 50

Phương trình 50

$$\begin{pmatrix} r1(4i) \\ r2(4i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i)} & e^{j(\theta_{11}(4i)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i)} & e^{j(\theta_{21}(4i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i) \\ s2(4i) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i + 1$:

Phép toán 51

Phương trình 51

$$\begin{pmatrix} r1(4i+1) \\ r2(4i+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+1)} & e^{j(\theta_{11}(4i+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+1)} & e^{j(\theta_{21}(4i+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+1) \\ s2(4i+1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i + 2$:

Phép toán 52

Phương trình 52

$$\begin{pmatrix} r1(4i+2) \\ r2(4i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+2)} & e^{j(\theta_{11}(4i+2)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+2)} & e^{j(\theta_{21}(4i+2)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+2) \\ s2(4i+2) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $4i + 3$:

Phép toán 53

Phương trình 53

$$\begin{pmatrix} r1(4i+3) \\ r2(4i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+3)} & e^{j(\theta_{11}(4i+3)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+3)} & e^{j(\theta_{21}(4i+3)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+3) \\ s2(4i+3) \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 50 đến 53, đặt A là số thực dương và q là số phức. Các giá trị của A và q được xác định theo quan hệ vị trí giữa thiết bị truyền và thiết bị thu. Các phương trình từ 50 đến 53 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số 4i:

Phép toán 54

Phương trình 54

$$\begin{pmatrix} r1(4i) \\ r2(4i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i)} & e^{j(\theta_{11}(4i)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i)} & e^{j(\theta_{21}(4i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i) \\ s2(4i) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 1:

Phép toán 55

Phương trình 55

$$\begin{pmatrix} r1(4i+1) \\ r2(4i+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+1)} & e^{j(\theta_{11}(4i+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+1)} & e^{j(\theta_{21}(4i+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+1) \\ s2(4i+1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 2:

Phép toán 56

Phương trình 56

$$\begin{pmatrix} r1(4i+2) \\ r2(4i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+2)} & e^{j(\theta_{11}(4i+2)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+2)} & e^{j(\theta_{21}(4i+2)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+2) \\ s2(4i+2) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 3:

Phép toán 57

Phương trình 57

$$\begin{pmatrix} r1(4i+3) \\ r2(4i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(4i+3)} & e^{j(\theta_{11}(4i+3)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(4i+3)} & e^{j(\theta_{21}(4i+3)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(4i+3) \\ s2(4i+3) \end{pmatrix}$$

Kết quả là, khi q được biểu diễn như sau, thành phần tín hiệu dựa trên một trong số s1 và s2 không còn được chứa trong r1 và r2, và do đó một trong số các tín hiệu s1 và s2 có thể không còn thu được.

Đối với ký hiệu số 4i:

Phép toán 58

Phương trình 58

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(4i)-\theta_{21}(4i))}, -A e^{j(\theta_{11}(4i)-\theta_{21}(4i)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 1:

Phép toán 59

Phương trình 59

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(4i+1)-\theta_{21}(4i+1))}, -A e^{j(\theta_{11}(4i+1)-\theta_{21}(4i+1)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 2:

Phép toán 60

Phương trình 60

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(4i+2)-\theta_{21}(4i+2))}, -A e^{j(\theta_{11}(4i+2)-\theta_{21}(4i+2)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số 4i + 3:

Phép toán 61

Phương trình 61

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(4i+3)-\theta_{21}(4i+3))}, -A e^{j(\theta_{11}(4i+3)-\theta_{21}(4i+3)-\delta)}$$

Trong trường hợp này, nếu q có cùng đáp số trong các ký hiệu số 4i, 4i + 1, 4i + 2, và 4i + 3, sau đó các thành phần kênh của các sóng trực tiếp không dao động lớn. Do đó, thiết bị thu có các thành phần kênh trong đó giá trị của q là tương đương như cùng đáp số có thể không còn thu được chất lượng thu cao đối với bất

kỳ các số ký hiệu. Do đó, khó có thể thu được khả năng sửa lỗi, ngay cả nếu các mã sửa lỗi được đưa vào. Do đó, đối với q không có cùng đáp số, điều kiện sau đây là cần thiết từ các phương trình từ 58 đến 61 khi tập trung vào một trong số hai đáp số của q mà không bao gồm δ .

Phép toán 62

Điều kiện #1

$$e^{j(\theta_{11}(4i+x)-\theta_{21}(4i+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(4i+y)-\theta_{21}(4i+y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0,1,2,3)$$

(x là 0, 1, 2, 3; y là 0, 1, 2, 3; và $x \neq y$).

Trong ví dụ thỏa mãn điều kiện #1, các giá trị được thiết lập như sau:

Ví dụ #1

$$(1) \theta_{11}(4i) = \theta_{11}(4i+1) = \theta_{11}(4i+2) = \theta_{11}(4i+3) = 0 \text{ radian,}$$

$$(2) \theta_{21}(4i) = 0 \text{ radian,}$$

$$(3) \theta_{21}(4i+1) = \pi/2 \text{ radian,}$$

$$(4) \theta_{21}(4i+2) = \pi \text{ radian, và}$$

$$(5) \theta_{21}(4i+3) = 3\pi/2 \text{ radian.}$$

(Phần trên là ví dụ. Nó là đủ cho một trong số mỗi không radian, $\pi/2$ radian, π radian, và $3\pi/2$ radian tồn tại đối với tập $(\theta_{21}(4i), \theta_{21}(4i+1), \theta_{21}(4i+2), \theta_{21}(4i+3))$). Trong trường hợp này, cụ thể dưới điều kiện (1), không cần phải thực hiện xử lý tín hiệu (xử lý quay) trên tín hiệu dải gốc $S1(t)$, mà do đó mang lại hiệu quả về giảm kích cỡ mạch. Ví dụ khác để thiết lập các giá trị như sau.

Ví dụ #2

$$(6) \theta_{11}(4i) = 0 \text{ radian,}$$

$$(7) \theta_{11}(4i+1) = \pi/2 \text{ radian,}$$

$$(8) \theta_{11}(4i+2) = \pi \text{ radian,}$$

$$(9) \theta_{11}(4i+3) = 3\pi/2 \text{ radian, và}$$

$$(10) \theta_{21}(4i) = \theta_{21}(4i+1) = \theta_{21}(4i+2) = \theta_{21}(4i+3) = 0 \text{ radian.}$$

(Phần trên là ví dụ. Nó là đủ cho một trong số mỗi không radian, $\pi/2$ radian, π radian, và $3\pi/2$ radian tồn tại đối với tập $(\theta_{11}(4i), \theta_{11}(4i+1), \theta_{11}(4i+2), \theta_{11}(4i+3))$). Trong trường hợp này, cụ thể dưới điều kiện (6), không cần phải thực hiện xử

lý tín hiệu (xử lý quay) trên tín hiệu dải gốc $S2(t)$, mà do đó mang lại hiệu quả về giảm kích cỡ mạch. Ví dụ khác là như sau.

Ví dụ #3

$$(11) \theta_{11}(4i) = \theta_{11}(4i + 1) = \theta_{11}(4i + 2) = \theta_{11}(4i + 3) = 0 \text{ radian},$$

$$(12) \theta_{21}(4i) = 0 \text{ radian},$$

$$(13) \theta_{21}(4i + 1) = \pi/4 \text{ radian},$$

$$(14) \theta_{21}(4i + 2) = \pi/2 \text{ radian}, \text{ và}$$

$$(15) \theta_{21}(4i + 3) = 3\pi/4 \text{ radian}.$$

(Phần trên là ví dụ. Nó là đủ cho một trong số mỗi không radian, $\pi/4$ radian, $\pi/2$ radian, và $3\pi/4$ radian tồn tại đối với tập $(\theta_{21}(4i), \theta_{21}(4i + 1), \theta_{21}(4i + 2), \theta_{21}(4i + 3))$).

Ví dụ #4

$$(16) \theta_{11}(4i) = 0 \text{ radian},$$

$$(17) \theta_{11}(4i + 1) = \pi/4 \text{ radian},$$

$$(18) \theta_{11}(4i + 2) = \pi/2 \text{ radian},$$

$$(19) \theta_{11}(4i + 3) = 3\pi/4 \text{ radian}, \text{ và}$$

$$(20) \theta_{21}(4i) = \theta_{21}(4i + 1) = \theta_{21}(4i + 2) = \theta_{21}(4i + 3) = 0 \text{ radian}.$$

(Phần trên là ví dụ. Nó là đủ cho một trong số mỗi không radian, $\pi/4$ radian, $\pi/2$ radian, và $3\pi/4$ radian tồn tại đối với tập $(\theta_{11}(4i), \theta_{11}(4i + 1), \theta_{11}(4i + 2), \theta_{11}(4i + 3))$).

Trong khi bốn ví dụ được thể hiện, phương pháp thỏa mãn điều kiện #1 không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Tiếp theo, các yêu cầu thiết kế đối với không chỉ θ_{11} và θ_{12} , mà còn đối với λ và δ được mô tả. Nó là đủ để thiết lập λ thành giá trị nào đó; sau đó cần thiết phải thiết lập các yêu cầu đối với δ . Phần sau đây mô tả phương pháp thiết kế đối với δ khi λ được thiết lập là không radian.

Trong trường hợp này, bằng cách xác định δ sao cho $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| \leq \pi \text{ radian}$, chất lượng thu cao thu được, cụ thể trong môi trường LOS.

Một cách ngẫu nhiên, trong mỗi ký hiệu số $4i$, $4i + 1$, $4i + 2$, và $4i + 3$, hai điểm q tồn tại trong đó chất lượng thu trở nên kém. Do đó, tổng số $2 \times 4 = 8$ điểm

này tồn tại. Trong môi trường LOS, để ngăn ngừa chất lượng thu bị suy giảm trong thiết bị đầu cuối thu cụ thể, tám điểm này đều sẽ có đáp số khác nhau. Trong trường hợp này, ngoài điều kiện #1, điều kiện #2 là cần thiết.

Phép toán 63

Điều kiện #2

$$e^{j(\theta_{11}(4i+x)-\theta_{21}(4i+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(4i+y)-\theta_{21}(4i+y)-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x, y = 0,1,2,3)$$

và

$$e^{j(\theta_{11}(4i+x)-\theta_{21}(4i+x)-\delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(4i+y)-\theta_{21}(4i+y)-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0,1,2,3)$$

Ngoài ra, pha của tám điểm này sẽ được phân phối đồng đều (do pha của sóng trực tiếp được xem là có xác suất phân phối đồng đều cao). Phần sau đây mô tả phương pháp thiết kế đối với δ để thỏa mãn yêu cầu này.

Trong trường hợp của ví dụ #1 và ví dụ #2, pha trở nên đồng đều tại các điểm mà tại đó chất lượng thu là kém bằng cách thiết lập δ là $\pm 3\pi/4$ radian. Ví dụ, đặt δ là $3\pi/4$ radian trong ví dụ #1 (và đặt A là số thực dương), sau đó mỗi trong số bốn khe, các điểm mà tại đó chất lượng thu trở nên kém tồn tại một lần, như được thể hiện trên Fig.20. Trong trường hợp của ví dụ #3 và ví dụ #4, pha trở nên đồng đều tại các điểm mà tại đó chất lượng thu là kém bằng cách thiết lập δ là $\pm \pi$ radian. Ví dụ, đặt δ là π radian trong ví dụ #3, sau đó trong mỗi bốn khe, các điểm mà tại đó chất lượng thu trở nên kém tồn tại một lần, như được thể hiện trên Fig.21. (Nếu phần tử q trong ma trận kênh H tồn tại tại các điểm được thể hiện trên Fig.20 và Fig.21, chất lượng thu sẽ suy giảm).

Với cấu trúc nêu trên, chất lượng thu cao thu được trong môi trường LOS. Phần nêu trên, ví dụ về việc chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong chu kỳ (chu trình) bốn khe được mô tả, nhưng dưới đây, việc chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả. Với các xem xét tương tự như trong phương án 1 và trong phần mô tả nêu trên, việc xử lý được biểu diễn dưới đây được thực hiện trên mỗi ký hiệu số.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 64

Phương trình 62

$$\begin{pmatrix} z1(Ni) \\ z2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 65

Phương trình 63

$$\begin{pmatrix} z1(Ni + 1) \\ z2(Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + 1) \\ s2(Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 66

Phương trình 64

$$\begin{pmatrix} z1(Ni + k) \\ z2(Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + k) \\ s2(Ni + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 67

Phương trình 65

$$\begin{pmatrix} z1(Ni + N - 1) \\ z2(Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + N - 1) \\ s2(Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Do đó, $r1$ và $r2$ được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 68

Phương trình 66

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni) & h_{12}(Ni) \\ h_{21}(Ni) & h_{22}(Ni) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 69

Phương trình 67

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + 1) \\ r2(Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni + 1) & h_{12}(Ni + 1) \\ h_{21}(Ni + 1) & h_{22}(Ni + 1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + 1) \\ s2(Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 70

Phương trình 68

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + k) \\ r2(Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni + k) & h_{12}(Ni + k) \\ h_{21}(Ni + k) & h_{22}(Ni + k) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + k) \\ s2(Ni + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 71

Phương trình 69

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + N - 1) \\ r2(Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni + N - 1) & h_{12}(Ni + N - 1) \\ h_{21}(Ni + N - 1) & h_{22}(Ni + N - 1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + N - 1) \\ s2(Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, giả thiết rằng chỉ các thành phần của các sóng trực tiếp tồn tại trong các phần tử kênh $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$, mà các thành phần biên độ của các sóng trực tiếp đều bằng nhau, và các dao động không xảy ra theo thời gian. Với các giả thiết này, các phương trình từ 66 đến 69 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 72

Phương trình 70

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 73

Phương trình 71

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + 1) \\ r2(Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + 1) \\ s2(Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 74

Phương trình 72

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + k) \\ r2(Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + k) \\ s2(Ni + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 75

Phương trình 73

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + N - 1) \\ r2(Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + N - 1) \\ s2(Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 70 đến 73, đặt A là số thực và q là số phức. Các giá trị của A và q được xác định theo quan hệ vị trí giữa thiết bị truyền và thiết bị thu. Các phương trình từ 70 đến 73 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 76

Phương trình 74

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 77

Phương trình 75

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+1) \\ r2(Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni+1) \\ s2(Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 78

Phương trình 76

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+k) \\ r2(Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni+k) \\ s2(Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 79

Phương trình 77

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+N-1) \\ r2(Ni+N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni+N-1) \\ s2(Ni+N-1) \end{pmatrix}$$

Kết quả là, khi q được biểu diễn như sau, thành phần tín hiệu dựa trên một trong số $s1$ và $s2$ không còn được chứa trong $r1$ và $r2$, và do đó một trong số các tín hiệu $s1$ và $s2$ có thể không còn thu được.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 80

Phương trình 78

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(Ni)-\theta_{21}(Ni))}, -A e^{j(\theta_{11}(Ni)-\theta_{21}(Ni)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 81

Phương trình 79

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(Ni+1)-\theta_{21}(Ni+1))}, -A e^{j(\theta_{11}(Ni+1)-\theta_{21}(Ni+1)-\delta)}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 82

Phương trình 80

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(Ni+k)-\theta_{21}(Ni+k))}, -A e^{j(\theta_{11}(Ni+k)-\theta_{21}(Ni+k)-\delta)}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 83

Phương trình 81

$$q = -A e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)-\theta_{21}(Ni+N-1))}, -A e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)-\theta_{21}(Ni+N-1)-\delta)}$$

Trong trường hợp này, nếu q có cùng đáp số trong các ký hiệu số Ni đến $Ni + N - 1$, thì do các thành phần kênh của các sóng trực tiếp không dao động lớn, thiết bị thu có các thành phần kênh trong đó giá trị của q là bằng với cùng đáp số này có thể không còn thu được chất lượng thu cao đối với bất kỳ các số ký hiệu. Do đó, khó có thể thu được khả năng sửa lỗi, ngay cả nếu các mã sửa lỗi được đưa vào. Do đó, đối với q không có cùng đáp số, điều kiện sau đây là cần thiết từ các phương trình từ 78 đến 81 khi tập trung vào một trong số hai đáp số của q mà không bao gồm δ .

Phép toán 84

Điều kiện #3

$$e^{j(\theta_{11}(Ni+x)-\theta_{21}(Ni+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(Ni+y)-\theta_{21}(Ni+y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; y là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; và $x \neq y$).

Tiếp theo, các yêu cầu thiết kế đối với không chỉ θ_{11} và θ_{12} , mà còn đối với λ

và δ được mô tả. Nó là đủ để thiết lập λ thành giá trị nào đó; sau đó cần thiết phải thiết lập các yêu cầu đối với δ . Phần sau đây mô tả phương pháp thiết kế đối với δ khi λ được thiết lập là không radian.

Trong trường hợp này, tương tự như phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong chu kỳ (chu trình) bốn khe, bằng cách xác định δ sao cho $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| \leq \pi \text{ radian}$, chất lượng thu cao thu được, cụ thể trong môi trường LOS.

Trong mỗi ký hiệu có số N_i đến $N_i + N - 1$, hai điểm được ký hiệu là q tồn tại trong đó chất lượng thu trở nên kém, và do đó $2N$ điểm này tồn tại. Trong môi trường LOS, để thu được các đặc tính ưu việt, $2N$ điểm này đều sẽ có đáp số khác nhau. Trong trường hợp này, ngoài điều kiện #3, điều kiện #4 là cần thiết.

Phép toán 85

Điều kiện #4

$$e^{j(\theta_{11}(Ni+x)-\theta_{21}(Ni+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(Ni+y)-\theta_{21}(Ni+y)-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

và

$$e^{j(\theta_{11}(Ni+x)-\theta_{21}(Ni+x)-\delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(Ni+y)-\theta_{21}(Ni+y)-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

Ngoài ra, pha của $2N$ điểm này sẽ được phân phối đồng đều (do pha của sóng trực tiếp tại mỗi thiết bị thu được xem là có xác suất phân phối đồng đều cao).

Như được nêu trên, khi thiết bị truyền truyền các tín hiệu điều chế từ các anten trong hệ thống MIMO, hiệu quả của chất lượng truyền được cải thiện, so với MIMO ghép kênh không gian thông thường, thu được trong môi trường LOS trong đó các sóng mang trực tiếp là chiếm phần lớn bằng cách chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa đều đặn theo thời gian.

Trong phương án này, cấu hình của thiết bị thu như được mô tả trong phương án 1, và cụ thể đối với cấu hình của thiết bị thu, các thao tác được mô tả đối với số lượng anten bị giới hạn, nhưng sáng chế có thể được thực hiện theo cách tương tự ngay cả nếu số lượng của anten tăng lên. Nói cách khác, số lượng của anten trong thiết bị thu không ảnh hưởng đến các thao tác và các hiệu quả của

phương án này. Ngoài ra, trong phương án này, tương tự phương án 1, các mã sửa lỗi không bị giới hạn.

Trong phương án này, ngược lại với phương án 1, phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong miền thời gian được mô tả. Như được mô tả trong phương án 1, tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự bằng cách chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang và sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và miền thời gian-tần số. Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự, có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ.

Phương án 3

Trong phương án 1 và phương án 2, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa được mô tả đối với trường hợp mà độ lớn của mỗi phần tử trong ma trận trọng số tiền mã hóa là tương đương. Trong phương án này, tuy nhiên, ví dụ mà không thỏa mãn điều kiện này được mô tả.

Nhằm mục đích đối chiếu với phương án 2, trường hợp của chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả. Với các xem xét tương tự như trong phương án 1 và phương án 2, việc xử lý được biểu diễn dưới đây được thực hiện trên mỗi ký hiệu số. Đặt β là số thực dương, và $\beta \neq 1$.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 86

Phương trình 82

$$\begin{pmatrix} z1(Ni) \\ z2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni) + \lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 87

Phương trình 83

$$\begin{pmatrix} z1(Ni+1) \\ z2(Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni+1) \\ s2(Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni+k$ ($k=0, 1, \dots, N-1$):

Phép toán 88

Phương trình 84

$$\begin{pmatrix} z1(Ni+k) \\ z2(Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni+k) \\ s2(Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni+N-1$:

Phép toán 89

Phương trình 85

$$\begin{pmatrix} z1(Ni+N-1) \\ z2(Ni+N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni+N-1) \\ s2(Ni+N-1) \end{pmatrix}$$

Do đó, $r1$ và $r2$ được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 90

Phương trình 86

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni) & h_{12}(Ni) \\ h_{21}(Ni) & h_{22}(Ni) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni+1$:

Phép toán 91

Phương trình 87

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+1) \\ r2(Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni+1) & h_{12}(Ni+1) \\ h_{21}(Ni+1) & h_{22}(Ni+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni+1) \\ s2(Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 92

Phương trình 88

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + k) \\ r2(Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni + k) & h_{12}(Ni + k) \\ h_{21}(Ni + k) & h_{22}(Ni + k) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + k) \\ s2(Ni + k) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 93

Phương trình 89

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + N - 1) \\ r2(Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(Ni + N - 1) & h_{12}(Ni + N - 1) \\ h_{21}(Ni + N - 1) & h_{22}(Ni + N - 1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + N - 1) \\ s2(Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, giả thiết rằng chỉ các thành phần của các sóng trực tiếp tồn tại trong các phần tử kênh $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$, mà các thành phần biên độ của các sóng trực tiếp đều bằng nhau, và các dao động không xảy ra theo thời gian. Với các giả thiết này, các phương trình từ 86 đến 89 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 94

Phương trình 90

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 95

Phương trình 91

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + 1) \\ r2(Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + 1) \\ s2(Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 96

Phương trình 92

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + k) \\ r2(Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + k) \\ s2(Ni + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 97

Phương trình 93

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + N - 1) \\ r2(Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + N - 1) \\ s2(Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 90 đến 93, đặt A là số thực và q là số phức. Các phương trình từ 90 đến 93 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 98

Phương trình 94

$$\begin{pmatrix} r1(Ni) \\ r2(Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni)} & e^{j(\theta_{21}(Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni) \\ s2(Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 99

Phương trình 95

$$\begin{pmatrix} r1(Ni + 1) \\ r2(Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(Ni + 1) \\ s2(Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 100

Phương trình 96

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+k) \\ r2(Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni+k) \\ s2(Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 101

Phương trình 97

$$\begin{pmatrix} r1(Ni+N-1) \\ r2(Ni+N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \right) \begin{pmatrix} s1(Ni+N-1) \\ s2(Ni+N-1) \end{pmatrix}$$

Kết quả là, khi q được biểu diễn như sau, một trong số các tín hiệu $s1$ và $s2$ có thể không còn thu được.

Đối với ký hiệu số Ni (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 102

Phương trình 98

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(Ni)-\theta_{21}(Ni))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(Ni)-\theta_{21}(Ni)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số $Ni + 1$:

Phép toán 103

Phương trình 99

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(Ni+1)-\theta_{21}(Ni+1))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(Ni+1)-\theta_{21}(Ni+1)-\delta)}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 104

Phương trình 100

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(Ni+k)-\theta_{21}(Ni+k))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(Ni+k)-\theta_{21}(Ni+k)-\delta)}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $Ni + N - 1$:

Phép toán 105

Phương trình 101

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)-\theta_{21}(Ni+N-1))} - A\beta e^{j(\theta_{11}(Ni+N-1)-\theta_{21}(Ni+N-1)-\delta)}$$

Trong trường hợp này, nếu q có cùng đáp số trong các ký hiệu số Ni đến $Ni + N - 1$, sau đó do các thành phần kênh của các sóng trực tiếp không dao động lớn, chất lượng thu tốt có thể không còn thu được đối với bất kỳ các số ký hiệu. Do đó, khó có thể thu được khả năng sửa lỗi, ngay cả nếu các mã sửa lỗi được đưa vào. Do đó, đối với q không có cùng đáp số, điều kiện sau đây là cần thiết từ các phương trình từ 98 đến 101 khi tập trung vào một trong số hai đáp số của q mà không bao gồm δ .

Phép toán 106

Điều kiện #5

$$e^{j(\theta_{11}(Ni+x)-\theta_{21}(Ni+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(Ni+y)-\theta_{21}(Ni+y))} \text{ cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Tiếp theo, các yêu cầu thiết kế đối với không chỉ θ_{11} và θ_{12} , mà còn đối với λ và δ được mô tả. Nó là đủ để thiết lập λ thành giá trị nào đó; sau đó cần thiết phải thiết lập các yêu cầu đối với δ . Phần sau đây mô tả phương pháp thiết kế đối với δ khi λ được thiết lập là không radian.

Trong trường hợp này, tương tự như phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong chu kỳ (chu trình) bốn khe, bằng cách xác định δ sao cho $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| \leq \pi \text{ radian}$, chất lượng thu cao thu được, cụ thể trong môi trường LOS.

Trong mỗi ký hiệu số Ni đến $Ni + N - 1$, hai điểm q tồn tại trong đó chất lượng thu trở nên kém, và do đó $2N$ điểm này tồn tại. Trong môi trường LOS, để thu được các đặc tính ưu việt, $2N$ điểm này đều sẽ có đáp số khác nhau. Trong trường hợp này, ngoài Điều kiện #5, xem xét rằng β là số thực dương, và $\beta \neq 1$, điều kiện #6 là cần thiết.

Phép toán 107

Điều kiện #6

$$e^{j(\theta_{11}(Ni+x)-\theta_{21}(Ni+x)-\delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(Ni+y)-\theta_{21}(Ni+y)-\delta)} \text{ cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

Như được nêu trên, khi thiết bị truyền truyền các tín hiệu điều chế từ các anten trong hệ thống MIMO, hiệu quả của chất lượng truyền được cải thiện, như so với hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian thông thường, thu được trong môi trường LOS trong đó các sóng mang trực tiếp là chiếm phần lớn bằng cách chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa đều đặn theo thời gian.

Trong phương án này, cấu hình của thiết bị thu như được mô tả trong phương án 1, và cụ thể đối với cấu hình của thiết bị thu, các thao tác được mô tả đối với số lượng anten bị giới hạn, nhưng sáng chế có thể được thực hiện theo cách tương tự ngay cả nếu số lượng của anten tăng lên. Nói cách khác, số lượng của anten trong thiết bị thu không ảnh hưởng đến các thao tác và các hiệu quả của phương án này. Ngoài ra, trong phương án này, tương tự phương án 1, các mã sửa lỗi không bị giới hạn.

Trong phương án này, ngược lại với phương án 1, phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong miền thời gian được mô tả. Như được mô tả trong phương án 1, tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự bằng cách chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang và sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và miền thời gian-tần số. Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự, có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ.

Phương án 4

Trong phương án 3, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa được mô tả đối với ví dụ về hai loại độ lớn đối với mỗi phần tử trong ma trận trọng số tiền mã hóa, 1 và β .

Trong trường hợp này, phần sau đây

Phép toán 108

$$\frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}}$$

được bỏ qua.

Tiếp theo, ví dụ về thay đổi giá trị của β bởi khe được mô tả. Nhằm mục đích đối chiếu với phương án 3, trường hợp của chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) $2 \times N$ khe được mô tả.

Với các xem xét tương tự như trong phương án 1, phương án 2, và phương án 3, việc xử lý được biểu diễn dưới đây được thực hiện trên các ký hiệu số. Đặt β là số thực dương, và $\beta \neq 1$. Ngoài ra, đặt α là số thực dương, và $\alpha \neq \beta$.

Đối với ký hiệu số $2Ni$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 109

Phương trình 102

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni) \\ z2(2Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni) + \lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni) \\ s2(2Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + 1$:

Phép toán 110

Phương trình 103

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + 1) \\ z2(2Ni + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+1) + \lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+1) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + 1) \\ s2(2Ni + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 111

Phương trình 104

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + k) \\ z2(2Ni + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+k) + \lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+k) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + k) \\ s2(2Ni + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + N - 1$:

Phép toán 112

Phương trình 105

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + N - 1) \\ z2(2Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N - 1) \\ s2(2Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 113

Phương trình 106

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + N) \\ z2(2Ni + N) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N) \\ s2(2Ni + N) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + 1$:

Phép toán 114

Phương trình 107

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + N + 1) \\ z2(2Ni + N + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N + 1) \\ s2(2Ni + N + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 115

Phương trình 108

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + N + k) \\ z2(2Ni + N + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N + k) \\ s2(2Ni + N + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + 2N - 1$:

Phép toán 116

Phương trình 109

$$\begin{pmatrix} z1(2Ni + 2N - 1) \\ z2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+2N-1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+2N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+2N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + 2N - 1) \\ s2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix}$$

Do đó, $r1$ và $r2$ được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 117

Phương trình 110

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni) \\ r2(2Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni) & h_{12}(2Ni) \\ h_{21}(2Ni) & h_{22}(2Ni) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni) \\ s2(2Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + 1$:

Phép toán 118

Phương trình 111

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+1) \\ r2(2Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+1) & h_{12}(2Ni+1) \\ h_{21}(2Ni+1) & h_{22}(2Ni+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+1) \\ s2(2Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 119

Phương trình 112

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+k) \\ r2(2Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+k) & h_{12}(2Ni+k) \\ h_{21}(2Ni+k) & h_{22}(2Ni+k) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+k) \\ s2(2Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + N - 1$:

Phép toán 120

Phương trình 113

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N-1) \\ r2(2Ni+N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+N-1) & h_{12}(2Ni+N-1) \\ h_{21}(2Ni+N-1) & h_{22}(2Ni+N-1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N-1) \\ s2(2Ni+N-1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 121

Phương trình 114

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N) \\ r2(2Ni+N) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+N) & h_{12}(2Ni+N) \\ h_{21}(2Ni+N) & h_{22}(2Ni+N) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N) \\ s2(2Ni+N) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + 1$:

Phép toán 122

Phương trình 115

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N+1) \\ r2(2Ni+N+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+N+1) & h_{12}(2Ni+N+1) \\ h_{21}(2Ni+N+1) & h_{22}(2Ni+N+1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N+1) \\ s2(2Ni+N+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 123

Phương trình 116

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N+k) \\ r2(2Ni+N+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+N+k) & h_{12}(2Ni+N+k) \\ h_{21}(2Ni+N+k) & h_{22}(2Ni+N+k) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N+k) \\ s2(2Ni+N+k) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + 2N - 1$:

Phép toán 124

Phương trình 117

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+2N-1) \\ r2(2Ni+2N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} h_{11}(2Ni+2N-1) & h_{12}(2Ni+2N-1) \\ h_{21}(2Ni+2N-1) & h_{22}(2Ni+2N-1) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+2N-1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+2N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+2N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+2N-1) \\ s2(2Ni+2N-1) \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, giả thiết rằng chỉ các thành phần của các sóng trực tiếp tồn tại trong các phần tử kênh $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$, mà các thành phần biên độ của các sóng trực tiếp đều bằng nhau, và các dao động không xảy ra theo thời gian. Với các giả thiết này, các phương trình từ 110 đến 117 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 125

Phương trình 118

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni) \\ r2(2Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni) \\ s2(2Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + 1$:

Phép toán 126

Phương trình 119

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+1) \\ r2(2Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+1) \\ s2(2Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 127

Phương trình 120

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+k) \\ r2(2Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+k) \\ s2(2Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + N - 1$:

Phép toán 128

Phương trình 121

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N-1) \\ r2(2Ni+N-1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2+1}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N-1) \\ s2(2Ni+N-1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 129

Phương trình 122

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N) \\ r2(2Ni+N) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N) \\ s2(2Ni+N) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + 1$:

Phép toán 130

Phương trình 123

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+N+1) \\ r2(2Ni+N+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} Ae^{j0} & q \\ Ae^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+N+1) \\ s2(2Ni+N+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 131

Phương trình 124

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + N + k) \\ r2(2Ni + N + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N + k) \\ s2(2Ni + N + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + 2N - 1$:

Phép toán 132

Phương trình 125

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + 2N - 1) \\ r2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} A e^{j0} & q \\ A e^{j0} & q \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+2N-1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+2N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+2N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + 2N - 1) \\ s2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 118 đến 125, đặt A là số thực và q là số phức.
Các phương trình từ 118 đến 125 có thể được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 133

Phương trình 126

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni) \\ r2(2Ni) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & A e^{j0} \\ e^{j0} & A e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni) \\ s2(2Ni) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + 1$:

Phép toán 134

Phương trình 127

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+1) \\ r2(2Ni+1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & A e^{j0} \\ e^{j0} & A e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+1) \\ s2(2Ni+1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 135

Phương trình 128

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni+k) \\ r2(2Ni+k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & A e^{j0} \\ e^{j0} & A e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+k)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+k)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni+k) \\ s2(2Ni+k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + N - 1$:

Phép toán 136

Phương trình 129

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + N - 1) \\ r2(2Ni + N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\beta^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \right) \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N-1)} & \beta \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)+\lambda)} \\ \beta \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N - 1) \\ s2(2Ni + N - 1) \end{pmatrix}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 137

Phương trình 130

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + N) \\ r2(2Ni + N) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \right) \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N) \\ s2(2Ni + N) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + 1$:

Phép toán 138

Phương trình 131

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + N + 1) \\ r2(2Ni + N + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \right) \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N + 1) \\ s2(2Ni + N + 1) \end{pmatrix}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 139

Phương trình 132

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + N + k) \\ r2(2Ni + N + k) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \right) \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+N+k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+N+k)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+N+k)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + N + k) \\ s2(2Ni + N + k) \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + 2N - 1$:

Phép toán 140

Phương trình 133

$$\begin{pmatrix} r1(2Ni + 2N - 1) \\ r2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} \\ e^{j0} \end{pmatrix} \left(A e^{j0} \quad q \right) \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(2Ni+2N-1)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(2Ni+2N-1)} & e^{j(\theta_{21}(2Ni+2N-1)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(2Ni + 2N - 1) \\ s2(2Ni + 2N - 1) \end{pmatrix}$$

Kết quả là, khi q được biểu diễn như sau, một trong số các tín hiệu $s1$ và $s2$ có thể không còn thu được.

Đối với ký hiệu số $2Ni$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 141

Phương trình 134

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(2Ni)-\theta_{21}(2Ni))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(2Ni)-\theta_{21}(2Ni)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + 1$:

Phép toán 142

Phương trình 135

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(2Ni+1)-\theta_{21}(2Ni+1))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(2Ni+1)-\theta_{21}(2Ni+1)-\delta)}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 143

Phương trình 136

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(2Ni+k)-\theta_{21}(2Ni+k))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(2Ni+k)-\theta_{21}(2Ni+k)-\delta)}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + N - 1$:

Phép toán 144

Phương trình 137

$$q = -\frac{A}{\beta} e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)-\theta_{21}(2Ni+N-1))}, -A\beta e^{j(\theta_{11}(2Ni+N-1)-\theta_{21}(2Ni+N-1)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 145

Phương trình 138

$$q = -\frac{A}{\alpha} e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)-\theta_{21}(2Ni+N))}, -A\alpha e^{j(\theta_{11}(2Ni+N)-\theta_{21}(2Ni+N)-\delta)}$$

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + 1$:

Phép toán 146

Phương trình 139

$$q = -\frac{A}{\alpha} e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)-\theta_{21}(2Ni+N+1))}, -A\alpha e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+1)-\theta_{21}(2Ni+N+1)-\delta)}$$

Khi được tổng quát hóa, phương trình này là như sau.

Đối với ký hiệu số $2Ni + N + k$ ($k = 0, 1, \dots, N - 1$):

Phép toán 147

Phương trình 140

$$q = -\frac{A}{\alpha} e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)-\theta_{21}(2Ni+N+k))}, -A\alpha e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+k)-\theta_{21}(2Ni+N+k)-\delta)}$$

Ngoài ra, đối với ký hiệu số $2Ni + 2N - 1$:

Phép toán 148

Phương trình 141

$$q = -\frac{A}{\alpha} e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)-\theta_{21}(2Ni+2N-1))}, -A\alpha e^{j(\theta_{11}(2Ni+2N-1)-\theta_{21}(2Ni+2N-1)-\delta)}$$

Trong trường hợp này, nếu q có cùng đáp số trong các ký hiệu số $2Ni$ đến $2Ni + N - 1$, sau đó do các thành phần kênh của các sóng trực tiếp không dao động lớn, chất lượng thu tốt có thể không còn thu được đối với bất kỳ các số ký hiệu. Do đó, khó có thể thu được khả năng sửa lỗi, ngay cả nếu các mã sửa lỗi được đưa vào. Do đó, đối với q không có cùng đáp số, điều kiện #7 hoặc điều kiện #8 trở nên cần thiết từ các phương trình từ 134 đến 141 và từ thực tế rằng $\alpha \neq \beta$ khi tập trung vào một trong số hai đáp số của q mà không bao gồm δ .

Phép toán 149

Điều kiện #7

$$e^{j(\theta_{11}(2Ni+x)-\theta_{21}(2Ni+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(2Ni+y)-\theta_{21}(2Ni+y))} \text{ cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

và

$$e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+x)-\theta_{21}(2Ni+N+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(2Ni+N+y)-\theta_{21}(2Ni+N+y))} \text{ cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 150

Điều kiện #8

$$e^{j(\theta_{11}(2Ni+x)-\theta_{21}(2Ni+x))} \neq e^{j(\theta_{11}(2Ni+y)-\theta_{21}(2Ni+y))} \text{ cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

Trong trường hợp này, điều kiện #8 là tương tự như các điều kiện được mô tả trong phương án 1 đến phương án 3. Tuy nhiên, đối với điều kiện #7, do $\alpha \neq \beta$, đáp số không bao gồm δ trong số hai đáp số của q là đáp số khác.

Tiếp theo, các yêu cầu thiết kế đối với không chỉ θ_{11} và θ_{12} , mà còn đối với λ và δ được mô tả. Nó là đủ để thiết lập λ thành giá trị nào đó; sau đó cần thiết phải thiết lập các yêu cầu đối với δ . Phần sau đây mô tả phương pháp thiết kế đối với δ khi λ được thiết lập là không radian.

Trong trường hợp này, tương tự như phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong chu kỳ (chu trình) bốn khe, bằng cách xác định δ sao cho $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| \leq \pi \text{ radian}$, chất lượng thu cao thu được, cụ thể trong môi trường LOS.

Trong các ký hiệu số $2Ni$ đến $2Ni + 2N - 1$, hai điểm q tồn tại trong đó chất lượng thu trở nên kém, và do đó $4N$ điểm này tồn tại. Trong môi trường LOS, để thu được các đặc tính ưu việt, $4N$ điểm này đều sẽ có đáp số khác nhau. Trong trường hợp này, tập trung vào độ lớn, điều kiện sau đây là cần thiết cho điều kiện #7 hoặc điều kiện #8, do $\alpha \neq \beta$.

Phép toán 151

Điều kiện #9

$$\alpha \neq \frac{1}{\beta}$$

Như được nêu trên, khi thiết bị truyền truyền các tín hiệu điều chế từ các anten trong hệ thống MIMO, hiệu quả của chất lượng truyền được cải thiện, như so với hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian thông thường, thu được trong môi trường LOS trong đó các sóng mang trực tiếp là chiếm phần lớn bằng cách chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa đều đặn theo thời gian.

Trong phương án này, cấu hình của thiết bị thu như được mô tả trong phương án 1, và cụ thể đối với cấu hình của thiết bị thu, các thao tác được mô tả

đối với số lượng anten bị giới hạn, nhưng sáng chế có thể được thực hiện theo cách tương tự ngay cả nếu số lượng của anten tăng lên. Nói cách khác, số lượng của anten trong thiết bị thu không ảnh hưởng đến các thao tác và các hiệu quả của phương án này. Ngoài ra, trong phương án này, tương tự phương án 1, các mã sửa lỗi không bị giới hạn.

Trong phương án này, ngược lại với phương án 1, phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong miền thời gian được mô tả. Như được mô tả trong phương án 1, tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự bằng cách chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang và sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và miền thời gian-tần số. Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự, có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ.

Phương án 5

Trong phương án 1 đến phương án 4, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa được mô tả. Trong phương án này, cải biến của phương pháp này được mô tả.

Trong phương án 1 đến phương án 4, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa như trên Fig.6 được mô tả. Trong phương án này, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các trọng số tiền mã hóa mà khác với Fig.6 được mô tả.

Như trên Fig.6, phương pháp này chuyển đổi giữa bốn trọng số (ma trận) tiền mã hóa khác nhau. Fig.22 thể hiện phương pháp chuyển đổi mà khác với Fig.6. Trên Fig.22, bốn trọng số (ma trận) tiền mã hóa khác nhau được biểu diễn là W1, W2, W3, và W4. (Ví dụ, W1 là trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong phương trình 37, W2 là trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong phương trình 38, W3 là trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong phương trình 39, và W4 là trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong phương trình 40). Trên Fig.3, các thành phần mà hoạt động theo cách tương tự như Fig.3 và Fig.6 mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn. Các phần duy nhất đối với Fig.22 là như sau.

· Chu kỳ (chu trình) thứ nhất 2201, chu kỳ (chu trình) thứ hai 2202, chu kỳ (chu trình) thứ ba 2203, ... là tất cả các chu kỳ (chu trình) bốn khe.

· Ma trận trọng số tiền mã hóa khác nhau được sử dụng trong mỗi bốn khe, tức là W1, W2, W3, và W4 đều được sử dụng một lần.

· Không cần thiết cho W1, W2, W3, và W4 là cùng thứ tự trong chu kỳ (chu trình) thứ nhất 2201, chu kỳ (chu trình) thứ hai 2202, chu kỳ (chu trình) thứ ba 2203,

Để thực hiện phương pháp này, bộ tạo trọng số tiền mã hóa 2200 thu, như là đầu vào, tín hiệu liên quan đến phương pháp tạo trọng số và xuất ra thông tin 2210 liên quan đến các trọng số tiền mã hóa đối với mỗi chu kỳ (chu trình). Bộ tạo trọng số 600 thu, như là các đầu vào, thông tin này, $s1(t)$, và $s2(t)$, thực hiện việc tạo trọng số, và xuất ra $z1(t)$ và $z2(t)$.

Fig.23 thể hiện phương pháp tạo trọng số khác với Fig.22 cho phương pháp tiền mã hóa nêu trên. Trên Fig.23, sự khác biệt so với Fig.22 đó là phương pháp tương tự Fig.22 thu được bằng cách bố trí bộ sắp xếp lại phía sau bộ tạo trọng số và bằng cách sắp xếp lại các ký hiệu.

Trên Fig.23, bộ tạo trọng số tiền mã hóa 2200 thu, như là đầu vào, thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số và xuất ra thông tin 2210 về các trọng số tiền mã hóa theo thứ tự của các trọng số tiền mã hóa W1, W2, W3, W4, W1, W2, W3, W4, Do đó, bộ tạo trọng số 600 sử dụng các trọng số tiền mã hóa theo thứ tự của các trọng số tiền mã hóa W1, W2, W3, W4, W1, W2, W3, W4, ... và xuất ra các tín hiệu được tiền mã hóa 2300A và 2300B.

Bộ sắp xếp lại 2300 thu, như là các đầu vào, các tín hiệu được tiền mã hóa 2300A và 2300B, sắp xếp lại các tín hiệu được tiền mã hóa 2300A và 2300B theo thứ tự của chu kỳ (chu trình) thứ nhất 2201, chu kỳ (chu trình) thứ hai 2202, và chu kỳ (chu trình) thứ ba 2203 trên Fig.23, và xuất ra $z1(t)$ và $z2(t)$.

Lưu ý rằng trong phần mô tả nêu trên, chu kỳ (chu trình) cho việc chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa được mô tả là có bốn khe nhằm mục đích so sánh với Fig.6. Như trong phương án 1 đến phương án 4, tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự với chu kỳ (chu trình) có ngoài bốn khe.

Ngoài ra, trong phương án 1 đến phương án 4, và trong phương pháp tiền mã hóa nêu trên, trong chu kỳ (chu trình), giá trị của δ và β được mô tả là như nhau đối với mỗi khe, nhưng giá trị của δ và β có thể thay đổi trong mỗi khe.

Như được nêu trên, khi thiết bị truyền truyền các tín hiệu điều chế từ các anten trong hệ thống MIMO, hiệu quả của chất lượng truyền được cải thiện, như so với hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian thông thường, thu được trong môi trường LOS trong đó các sóng mang trực tiếp là chiếm phần lớn bằng cách chuyển đổi giữa các trọng số tiền mã hóa đều đặn theo thời gian.

Trong phương án này, cấu hình của thiết bị thu như được mô tả trong phương án 1, và cụ thể đối với cấu hình của thiết bị thu, các thao tác được mô tả đối với số lượng anten bị giới hạn, nhưng sáng chế có thể được thực hiện theo cách tương tự ngay cả nếu số lượng của anten tăng lên. Nói cách khác, số lượng của anten trong thiết bị thu không ảnh hưởng đến các thao tác và các hiệu quả của phương án này. Ngoài ra, trong phương án này, tương tự phương án 1, các mã sửa lỗi không bị giới hạn.

Trong phương án này, ngược lại với phương án 1, phương pháp chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong miền thời gian được mô tả. Như được mô tả trong phương án 1, tuy nhiên, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự bằng cách chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa bằng cách sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang và sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và miền thời gian-tần số. Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự, có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ.

Phương án 6

Trong các phương án từ 1 đến 4, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả. Trong phương án này, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả lại, bao gồm nội dung mà được mô tả trong các phương án từ 1 đến 4.

Đầu tiên, trong số việc xem xét về môi trường LOS, phương pháp thiết kế ma trận tiền mã hóa được mô tả đối với hệ thống MIMO ghép kênh theo không

gian 2 x 2 mà áp dụng việc tiền mã hóa trong đó thông tin phản hồi từ đối tác truyền thông là không khả dụng.

Fig.30 thể hiện mô hình của hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian 2 x 2 mà áp dụng việc tiền mã hóa trong đó thông tin phản hồi từ đối tác truyền thông là không khả dụng. Vector thông tin z được mã hóa và được đan xen. Như là đầu ra của việc đan xen, vector bit được mã hóa $u(p) = (u_1(p), u_2(p))$ thu được (trong đó p là khe thời gian). Đặt $u_i(p) = (u_{i1}(p), \dots, u_{ih}(p))$ (trong đó h là số lượng bit truyền trên ký hiệu). Đặt tín hiệu sau khi điều chế (ánh xạ) là $s(p) = (s_1(p), s_2(p))^T$ và ma trận tiền mã hóa là $F(p)$, ký hiệu được tiền mã hóa $x(p) = (x_1(p), x_2(p))^T$ được biểu diễn bởi phương trình sau đây.

Phép toán 152

Phương trình 142

$$\begin{aligned} \mathbf{x}(p) &= \left(x_1(p), x_2(p) \right)^T \\ &= \mathbf{F}(p) \mathbf{s}(p) \end{aligned}$$

Do đó, đặt vector thu được là $y(p) = (y_1(p), y_2(p))^T$, vector thu được $y(p)$ được biểu diễn bởi phương trình sau đây.

Phép toán 153

Phương trình 143

$$\begin{aligned} \mathbf{y}(p) &= \left(y_1(p), y_2(p) \right)^T \\ &= \mathbf{H}(p) \mathbf{F}(p) \mathbf{s}(p) + \mathbf{n}(p) \end{aligned}$$

Trong phương trình này, $H(p)$ là ma trận kênh, $\mathbf{n}(p) = (n_1(p), n_2(p))^T$ là vector tạp âm, và $n_i(p)$ là tạp âm ngẫu nhiên Gauss phức phân phối độc lập đồng nhất với giá trị trung bình 0 và phương sai σ^2 . Đặt hệ số Rician là K , phương trình nêu trên có thể được biểu diễn như sau.

Phép toán 154

Phương trình 144

$$\begin{aligned}\mathbf{y}(p) &= (y_1(p), y_2(p))^T \\ &= \left(\sqrt{\frac{K}{K+1}} \mathbf{H}_d(p) + \sqrt{\frac{1}{K+1}} \mathbf{H}_s(p) \right) \mathbf{F}(p) \mathbf{s}(p) + \mathbf{n}(p)\end{aligned}$$

Trong phương trình này, $\mathbf{H}_d(p)$ là ma trận kênh đối với các thành phần sóng trực tiếp, và $\mathbf{H}_s(p)$ là ma trận kênh đối với các thành phần sóng bị tán xạ. Do đó, ma trận kênh $\mathbf{H}(p)$ được biểu diễn như sau.

Phép toán 155

Phương trình 145

$$\begin{aligned}\mathbf{H}(p) &= \sqrt{\frac{K}{K+1}} \mathbf{H}_d(p) + \sqrt{\frac{1}{K+1}} \mathbf{H}_s(p) \\ &= \sqrt{\frac{K}{K+1}} \begin{pmatrix} h_{11,d} & h_{12,d} \\ h_{21,d} & h_{22,d} \end{pmatrix} + \sqrt{\frac{1}{K+1}} \begin{pmatrix} h_{11,s}(p) & h_{12,s}(p) \\ h_{21,s}(p) & h_{22,s}(p) \end{pmatrix}\end{aligned}$$

Trong phương trình 145, giả thiết rằng môi trường sóng trực tiếp được xác định duy nhất bởi quan hệ vị trí giữa các bộ truyền, và ma trận kênh $\mathbf{H}_d(p)$ đối với các thành phần sóng trực tiếp không dao động theo thời gian. Ngoài ra, trong ma trận kênh $\mathbf{H}_d(p)$ đối với các thành phần sóng trực tiếp, giả thiết rằng so với khoảng cách giữa các anten truyền, xác suất của môi trường với khoảng cách đủ dài giữa các thiết bị truyền và thu là cao, và do đó ma trận kênh đối với các thành phần sóng trực tiếp có thể được xem là ma trận không phải đơn. Do đó, ma trận kênh $\mathbf{H}_d(p)$ được biểu diễn như sau.

Phép toán 156

Phương trình 146

Phương trình 174

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}[i]} & e^{j(\theta_{21}[i] + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong phương trình này, đặt α và δ không thay đổi theo thời gian. Tại điểm này, dựa trên các phương trình 34 và 35, các điều kiện thiết kế như phần sau đây được đưa ra đối với các ma trận tiền mã hóa để chuyển đổi tiền mã hóa.

Phép toán 185

Điều kiện #14

Phương trình 175

$$e^{j(\theta_{11}[x] - \theta_{21}[x])} \neq e^{j(\theta_{11}[y] - \theta_{21}[y])}$$

cho $\forall x, \forall y \quad (x \neq y; x, y = 0, 1, \dots, N-1)$

Phép toán 186

Điều kiện #15

Phương trình 176

$$e^{j(\theta_{11}[x] - \theta_{21}[x] - \delta)} \neq e^{j(\theta_{11}[y] - \theta_{21}[y] - \delta)}$$

cho $\forall x, \forall y \quad (x \neq y; x, y = 0, 1, \dots, N-1)$

Ví dụ #7

Đặt $\alpha = 1,0$ trong ma trận tiền mã hóa trong phương trình 174. Đặt số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) thời gian là 16. Để thỏa mãn điều kiện #12, điều kiện #14, và điều kiện #15, các ma trận tiền mã hóa đối với phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $N = 16$ được đưa ra như trong các phương trình sau đây.

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 187

Phương trình 177

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 188

Phương trình 178

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix}$$

Ngoài ra, ma trận tiền mã hóa mà khác với các phương trình 177 và 178 có thể được đưa ra như sau.

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 189

Phương trình 179

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 190

Phương trình 180

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

Do đó, các điểm thu kém đối với s_1 và s_2 trở thành như trên Fig.33A và Fig.33B.

(Trên Fig.33A và Fig.33B, trục ngang là trục thực, và trục dọc là trục ảo).
Thay vì các phương trình 177 và 178, và các phương trình 179 và 180, các ma trận tiền mã hóa có thể được đưa ra như sau.

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 191

Phương trình 181

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j\left(-\frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(-\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 192

Phương trình 182

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\left(-\frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(-\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 193

Phương trình 183

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 194

Phương trình 184

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 177 đến 184, $7\pi/8$ có thể được chuyển đổi thành

$-7\pi/8$.

Tiếp theo, phần sau đây được thiết lập như là điều kiện, khác với điều kiện #12, để đưa ra chất lượng thu dữ liệu đồng đều trong phạm vi có thể đối với Γ thiết bị đầu cuối trong cùng môi trường LOS trong đó chỉ pha của q khác nhau.

Điều kiện #16

Khi sử dụng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe, điều kiện sau đây được thiết lập:

Phép toán 195

Phương trình 185

$$e^{j(\theta_{11}[x]-\theta_{21}[x])} \neq e^{j(\theta_{11}[y]-\theta_{21}[y]-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y \quad (x, y = 0, 1, \dots, N-1)$$

và các điểm thu kém đối với s_1 và các điểm thu kém đối với s_2 được sắp xếp trong phân phối đồng đều với pha trong chu kỳ (chu trình) thời gian N khe.

Phần sau đây mô tả ví dụ về ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa dựa trên điều kiện #14, điều kiện #15, và điều kiện #16. Đặt $\alpha = 1,0$ trong ma trận tiền mã hóa trong phương trình 174.

Ví dụ #8

Đặt số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) thời gian là 8. Các ma trận tiền mã hóa đối với phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $N = 8$ được đưa ra như trong phương trình sau đây.

Phép toán 196

Phương trình 186

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Ở đây, $i = 0, 1, \dots, 7$.

Ngoài ra, ma trận tiền mã hóa mà khác với phương trình 186 có thể được đưa ra như sau (trong đó $i = 0, 1, \dots, 7$, và trong đó λ và $\theta_{11}[i]$ không thay đổi theo thời gian (mặc dù sự thay đổi có thể được cho phép)).

Phép toán 197

Phương trình 187

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i]+\lambda)} \\ e^{j(\theta_{11}[i]+\frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i]+\frac{i\pi}{4}+\lambda+\frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Do đó, các điểm thu kém đối với s1 và s2 trở thành như trên Fig.34. Thay vì các phương trình 186 và 187, các ma trận tiền mã hóa có thể được đưa ra như sau (trong đó $i = 0, 1, \dots, 7$, và trong đó λ và $\theta_{11}[i]$ không thay đổi theo thời gian (mặc dù sự thay đổi có thể được cho phép)).

Phép toán 198

Phương trình 188

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4}+\frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 199

Phương trình 189

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & e^{j(\theta_{11}[i]+\lambda)} \\ e^{j(\theta_{11}[i]-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i]-\frac{i\pi}{4}+\lambda+\frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Trong các phương trình từ 186 đến 189, $7\pi/8$ có thể được chuyển đổi thành $-7\pi/8$.

Tiếp theo, trong ma trận tiền mã hóa của phương trình 174, phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa mà khác với Ví dụ #7 và ví dụ #8 bằng cách đặt $\alpha \neq 1$, và bằng cách xét đến khoảng cách trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém, được xem xét.

Trong trường hợp này, phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa đối với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe của phương trình 174 được sử dụng, và từ điều kiện #14, trong tất cả Γ thiết bị đầu cuối, có một khe hoặc ít hơn có các điểm thu kém đối với s1 trong số N khe trong chu kỳ (chu trình) thời gian. Do đó, tỷ lệ

likelihood-log đối với các bit được truyền bởi $s_1(p)$ có thể thu được đối với ít nhất $N - 1$ khe Tương tự, từ điều kiện #15, trong tất cả Γ thiết bị đầu cuối, có một khe hoặc ít hơn có các điểm thu kém đối với s_2 trong số N khe trong chu kỳ (chu trình) thời gian. Do đó, tỷ lệ likelihood-log đối với các bit được truyền bởi $s_2(p)$ có thể thu được đối với ít nhất $N - 1$ khe

Do đó, rõ ràng rằng giá trị lớn hơn đối với N trong chu kỳ (chu trình) thời gian N khe làm tăng số lượng khe trong đó tỷ lệ likelihood-log có thể thu được.

Một cách ngẫu nhiên, do ảnh hưởng của các thành phần sóng tán xạ cũng nằm trong mô hình kênh thực tế, có xem xét rằng khi số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) thời gian được cố định, có khả năng chất lượng thu dữ liệu được cải thiện nếu khoảng cách nhỏ nhất trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém càng lớn càng tốt. Do đó, trong trường hợp của ví dụ #7 và ví dụ #8, các phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa trong đó $\alpha \neq 1$ và mà được cải thiện trên ví dụ #7 và ví dụ #8 được xem xét. Phương pháp tiền mã hóa mà được cải thiện trên ví dụ #8 là dễ hiểu hơn và do đó được mô tả đầu tiên.

Ví dụ #9

Từ phương trình 186, các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) thời gian $N = 8$ mà được cải thiện trên ví dụ #8 được đưa ra trong phương trình sau đây.

Phép toán 200

Phương trình 190

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Ở đây, $i = 0, 1, \dots, 7$. Ngoài ra, các ma trận tiền mã hóa mà khác với phương trình 190 có thể được đưa ra như sau (trong đó $i = 0, 1, \dots, 7$, và trong đó λ và $\theta_{11}[i]$ không thay đổi theo thời gian (mặc dù sự thay đổi có thể được cho phép)).

Phép toán 201

Phương trình 191

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 202

Phương trình 192

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 203

Phương trình 193

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 204

Phương trình 194

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j(\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 205

Phương trình 195

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 206

Phương trình 196

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\left(-\frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(-\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

hoặc

Phép toán 207

Phương trình 197

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Do đó, các điểm thu kém đối với s1 và s2 được biểu diễn như trên Fig.35A khi $\alpha < 1,0$ và như trên Fig.35B khi $\alpha > 1,0$.

(i) Khi $\alpha < 1,0$

Khi $\alpha < 1,0$, khoảng cách nhỏ nhất trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém được biểu diễn là $\min\{d_{\#1,\#2}, d_{\#1,\#3}\}$ khi tập trung vào khoảng cách ($d_{\#1,\#2}$) giữa các điểm thu kém #1 và #2 và khoảng cách ($d_{\#1,\#3}$) giữa các điểm thu kém #1 và #3. Trong trường hợp này, quan hệ giữa α và $d_{\#1,\#2}$ và giữa α và $d_{\#1,\#3}$ được thể hiện trên Fig.36. α mà làm cho $\min\{d_{\#1,\#2}, d_{\#1,\#3}\}$ lớn nhất là như sau.

Phép toán 208

Phương trình 198

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)}} \\ \approx 0,7938$$

$\min\{d_{\#1,\#2}, d_{\#1,\#3}\}$ trong trường hợp này là như sau.

Phép toán 209

Phương trình 199

$$\min\{d_{\#1,\#2}, d_{\#1,\#3}\} = \frac{2A \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)}{\sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)}} \approx 0,6076A$$

Do đó, phương pháp tiền mã hóa sử dụng giá trị của α trong phương trình 198 đối với các phương trình từ 190 đến 197 là hiệu quả. Việc thiết lập giá trị của α như trong phương trình 198 là một phương pháp thích hợp để thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Việc thiết lập α là giá trị gần với phương trình 198, tuy nhiên, một cách tương tự có thể cho phép thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Do đó, giá trị mà α được thiết lập thành không bị giới hạn ở phương trình 198.

(ii) Khi $\alpha > 1,0$

Khi $\alpha > 1,0$, khoảng cách nhỏ nhất trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém được biểu diễn là $\min\{d_{\#4,\#5}, d_{\#4,\#6}\}$ khi tập trung vào khoảng cách ($d_{\#4,\#5}$) giữa các điểm thu kém #4 và #5 và khoảng cách ($d_{\#4,\#6}$) giữa các điểm thu kém #4 và #6. Trong trường hợp này, quan hệ giữa α và $d_{\#4,\#5}$ và giữa α và $d_{\#4,\#6}$ được thể hiện trên Fig.37. α mà làm cho $\min\{d_{\#4,\#5}, d_{\#4,\#6}\}$ lớn nhất là như sau.

Phép toán 210

Phương trình 200

$$\alpha = \sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)} \approx 1,2596$$

$\min\{d_{\#4,\#5}, d_{\#4,\#6}\}$ trong trường hợp này là như sau.

Phép toán 211

Phương trình 201

$$\min\{d_{\#4,\#5}, d_{\#4,\#6}\} = \frac{2A \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)}{\sqrt{\cos\left(\frac{\pi}{8}\right) + \sqrt{3} \sin\left(\frac{\pi}{8}\right)}} \approx 0,6076A$$

Do đó, phương pháp tiền mã hóa sử dụng giá trị của α trong phương trình 200 đối với các phương trình từ 190 đến 197 là hiệu quả. Việc thiết lập giá trị của α như trong phương trình 200 là một phương pháp thích hợp để thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Việc thiết lập α là giá trị gần với phương trình 200, tuy nhiên, một cách tương tự có thể cho phép thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Do đó, giá trị mà α được thiết lập thành không bị giới hạn ở phương trình 200.

Ví dụ #10

Dựa trên việc xem xét ví dụ #9, các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) thời gian $N = 16$ mà được cải thiện trên ví dụ #7 được đưa ra trong các phương trình sau đây (trong đó λ và $\theta_{11}[i]$ không thay đổi theo thời gian (mặc dù sự thay đổi có thể được cho phép)).

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 212

Phương trình 202

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 213

Phương trình 203

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 214

Phương trình 204

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 215

Phương trình 205

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8})} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 216

Phương trình 206

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 217

Phương trình 207

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4} + \frac{7\pi}{8})} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 218

Phương trình 208

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 219

Phương trình 209

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda + \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 220

Phương trình 210

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 221

Phương trình 211

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8}\right)} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 222

Phương trình 212

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4}\right)} & e^{j\left(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 223

Phương trình 213

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] + \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8})} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 224

Phương trình 214

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 225

Phương trình 215

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(-\frac{i\pi}{4})} & e^{j(-\frac{i\pi}{4} - \frac{7\pi}{8})} \\ e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \end{pmatrix}$$

hoặc

Đối với $i = 0, 1, \dots, 7$:

Phép toán 226

Phương trình 216

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix}$$

Đối với $i = 8, 9, \dots, 15$:

Phép toán 227

Phương trình 217

$$\mathbf{F}[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4})} & e^{j(\theta_{11}[i] - \frac{i\pi}{4} + \lambda - \frac{7\pi}{8})} \\ e^{j\theta_{11}[i]} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}[i] + \lambda)} \end{pmatrix}$$

Giá trị của α trong phương trình 198 và trong phương trình 200 là thích hợp

để thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Các điểm thu kém đối với s1 được biểu diễn như trên Fig.38A và Fig.38B khi $\alpha < 1,0$ và như trên Fig.39A và Fig.39B khi $\alpha > 1,0$.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc N ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau, $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp của sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, đối với phương pháp để áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Các ví dụ từ #5 đến #10 được thể hiện dựa trên các điều kiện từ #10 đến #16. Tuy nhiên, để thu được phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) dài hơn, chu kỳ (chu trình) cho việc chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa có thể được mở rộng bằng cách, ví dụ, lựa chọn các ví dụ từ các ví dụ từ #5 đến #10 và sử dụng các ma trận tiền mã hóa được thể hiện trong các ví dụ được lựa chọn. Ví dụ, phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) lâu hơn có thể thu được bằng cách sử dụng các ma trận tiền mã hóa được thể hiện trong ví dụ #7 và các ma trận tiền mã hóa được thể hiện trong ví dụ #10. Trong trường hợp này, các điều kiện từ #10 đến #16 không cần thiết được xem xét. (Trong phương trình 158 của điều kiện #10, phương trình 159 của điều kiện #11,

phương trình 164 của điều kiện #13, phương trình 175 của điều kiện #14, và phương trình 176 của điều kiện #15, nó trở nên quan trọng để đưa ra chất lượng thu cao đối với các điều kiện “tất cả và tất cả y” là “x đang tồn tại và y đang tồn tại”). Khi được xem xét từ khía cạnh khác, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) N khe (trong đó N là số tự nhiên lớn), xác suất thu được chất lượng thu tốt tăng lên khi các ma trận tiền mã hóa của một trong số các ví dụ từ #5 đến #10 được bao gồm.

Phương án 7

Phương án này mô tả cấu hình của thiết bị thu để thu các tín hiệu điều chế được truyền bởi phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa như được mô tả trong các phương án từ 1 đến 6.

Trong phương án 1, phương pháp sau đây được mô tả. Thiết bị truyền mà truyền các tín hiệu được điều chế, sử dụng phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, truyền thông tin liên quan đến các ma trận tiền mã hóa. Dựa trên thông tin này, thiết bị thu thu được thông tin về việc chuyển đổi ma trận tiền mã hóa đều đặn được sử dụng trong các khung được truyền, giải mã tiền mã hóa, thực hiện việc dò tìm, thu được tỷ lệ likelihood-log đối với các bit được truyền, và sau đó sau đó thực hiện giải mã sửa lỗi.

Phương án này mô tả cấu hình của thiết bị thu, và phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa, mà khác với cấu trúc và phương pháp nêu trên.

Fig.40 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền trong phương án này. Các thành phần mà hoạt động theo cách tương tự như Fig.3 mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn. Nhóm bộ mã hóa (4002) thu các bit truyền (4001) như là đầu vào. Nhóm bộ mã hóa (4002), như được mô tả trong phương án 1, bao gồm các bộ mã hóa để mã hóa sửa lỗi, và dựa trên tín hiệu cấu trúc khung 313, số lượng các bộ mã hóa nào đó hoạt động, như một bộ mã hóa, hai bộ mã hóa, hoặc bốn bộ mã hóa.

Khi một bộ mã hóa hoạt động, các bit truyền (4001) được mã hóa để thu được các bit truyền được mã hóa. Các bit truyền được mã hóa được cấp phát thành hai phần, và nhóm bộ mã hóa (4002) xuất ra các bit được cấp phát (4003A) và các bit được cấp phát (4003B).

Khi hai bộ mã hóa hoạt động, các bit truyền (4001) được chia thành hai (được gọi là các bit được chia A và B). Bộ mã hóa thứ nhất thu các bit được chia A như là đầu vào, mã hóa các bit được chia A, và xuất ra các bit được mã hóa như là các bit được cấp phát (4003A). Bộ mã hóa thứ hai thu các bit được chia B như là đầu vào, mã hóa các bit được chia B, và xuất ra các bit được mã hóa như là các bit được cấp phát (4003B).

Khi bốn bộ mã hóa hoạt động, các bit truyền (4001) được chia thành bốn (được gọi là các bit được chia A, B, C, và D). Bộ mã hóa thứ nhất thu các bit được chia A như là đầu vào, mã hóa các bit được chia A, và xuất ra các bit được mã hóa A. Bộ mã hóa thứ hai thu các bit được chia B như là đầu vào, mã hóa các bit được chia B, và xuất ra các bit được mã hóa B. Bộ mã hóa thứ ba thu các bit được chia C như là đầu vào, mã hóa các bit được chia C, và xuất ra các bit được mã hóa C. Bộ mã hóa thứ tư thu các bit được chia D như là đầu vào, mã hóa các bit được chia D, và xuất ra các bit được mã hóa D. Các bit được mã hóa A, B, C, và D được chia thành các bit được cấp phát (4003A) và các bit được cấp phát (4003B).

Thiết bị truyền hỗ trợ phương pháp truyền như, ví dụ, bảng 1 sau đây (bảng 1A và bảng 1B).

Bảng 1A

Số lượng các tín hiệu truyền được điều chế (số lượng anten truyền)	Phương pháp điều chế	Số lượng các bộ mã hóa	Phương pháp mã hóa sửa lỗi	Thông tin truyền	Phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa
1	QPSK	1	A	00000000	-
			B	00000001	-
			C	00000010	-
	16QAM	1	A	00000011	-
			B	00000100	-
			C	00000101	-
	64QAM	1	A	00000110	-
			B	00000111	-
			C	00001000	-
	256QAM	1	A	00001001	-
			B	00001010	-

	1024QAM	1	C	00001011	-
			A	00001100	-
			B	00001101	-
			C	00001110	-

Bảng 1B

Số lượng các tín hiệu truyền được điều chế (số lượng anten truyền)	Phương pháp điều chế	Số lượng các bộ mã hóa	Phương pháp mã hóa sửa lỗi	Thông tin truyền	Phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa
2	#1: QPSK, #2: QPSK	1	A	00001111	D
			B	00010000	D
			C	00010001	D
		2	A	00010010	E
			B	00010011	E
			C	00010100	E
			A	00010101	D
	#1: QPSK, #2: 16QAM	1	B	00010110	D
			C	00010111	D
		2	A	00011000	E
			B	00011001	E
			C	00011010	E
	#1: 16QAM, #2: 16QAM	1	A	00011011	D
			B	00011100	D
			C	00011101	D
		2	A	00011110	E
			B	00011111	E
			C	00100000	E
	#1: 16QAM, #2: 64QAM	1	A	00100001	D
			B	00100010	D
			C	00100011	D
		2	A	00100100	E
			B	00100101	E
			C	00100110	E
	#1: 64QAM, #2: 64QAM	1	A	00100111	F
			B	00101000	F
			C	00101001	F
		2	A	00101010	G

			B	00101011	G
			C	00101100	G
	#1: 64QAM, #2: 256QAM	1	A	00101101	F
			B	00101110	F
			C	00101111	F
		2	A	00110000	G
			B	00110001	G
			C	00110010	G
	#1: 256QAM, #2: 256QAM	1	A	00110011	F
			B	00110100	F
			C	00110101	F
		2	A	00110110	G
			B	00110111	G
			C	00111000	G
		4	A	00111001	H
			B	00111010	H
			C	00111011	H
	#1: 256QAM, #2: 1024QAM	1	A	00111100	F
			B	00111101	F
			C	00111110	F
		2	A	00111111	G
			B	01000000	G
			C	01000001	G
		4	A	01000010	H
			B	01000011	H
			C	01000100	H
	#1: 1024QAM, #2: 1024QAM	1	A	01000101	F
			B	01000110	F
			C	01000111	F
		2	A	01001000	G
			B	01001001	G
			C	01001010	G
		4	A	01001011	H
			B	01001100	H
			C	01001101	H

Như được thể hiện trong bảng 1, việc truyền tín hiệu một dòng và việc truyền tín hiệu hai dòng được hỗ trợ như là số lượng tín hiệu truyền (số lượng anten truyền). Ngoài ra, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM, và 1024QAM được hỗ trợ như là phương pháp điều chế. Cụ thể, khi số lượng tín hiệu truyền là hai, có thể thiết lập tách biệt các phương pháp điều chế đối với dòng #1 và dòng #2. Ví dụ, “#1: 256QAM, #2: 1024QAM” trong bảng 1 chỉ báo rằng “phương pháp điều chế

của dòng #1 là 256QAM, và phương pháp điều chế của dòng #2 là 1024QAM” (các mục nhập khác trong bảng được biểu diễn một cách tương tự). Ba loại phương pháp mã hóa sửa lỗi, A, B, và C, được hỗ trợ. Trong trường hợp này, A, B, và C tất cả có thể là các phương pháp mã hóa khác nhau. A, B, và C cũng có thể là các tốc độ mã hóa khác nhau, và A, B, và C có thể là các phương pháp mã hóa với các kích cỡ khối khác nhau.

Các đoạn thông tin truyền trong bảng 1 được cấp phát tới các chế mà xác định “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi”. Do đó, trong trường hợp của “số lượng tín hiệu truyền: 2”, “phương pháp điều chế: #1: 1024QAM, #2: 1024QAM”, “số lượng bộ mã hóa: 4”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi: C”, ví dụ, thông tin truyền được thiết lập là 01001101. Trong khung, thiết bị truyền truyền thông tin truyền và dữ liệu truyền. Khi truyền dữ liệu truyền, cụ thể khi “số lượng tín hiệu truyền” là hai, “phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa” được sử dụng theo bảng 1. Trong bảng 1, năm loại của “phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa”, D, E, F, G, và H, được chuẩn bị. Phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa được thiết lập là một trong số năm loại này theo bảng 1. Phần sau đây, ví dụ, là các cách thực hiện năm loại khác nhau này.

- Chuẩn bị năm ma trận tiền mã hóa khác nhau.
- Sử dụng năm loại chu kỳ (chu trình) khác nhau, ví dụ chu kỳ (chu trình) bốn khe đối với D, chu kỳ (chu trình) tám khe đối với E,
- Sử dụng cả các ma trận tiền mã hóa khác nhau và các chu kỳ (chu trình) khác nhau.

Fig.41 thể hiện ví dụ về cấu trúc khung của tín hiệu điều chế được truyền bởi thiết bị truyền trên Fig.40. Thiết bị truyền giả thiết hỗ trợ các thiết lập cho cả chế độ để truyền hai tín hiệu được điều chế, $z_1(t)$ và $z_2(t)$, và cho chế độ để truyền một tín hiệu được điều chế.

Trên Fig.41, ký hiệu (4100) là ký hiệu cho việc truyền “thông tin truyền” được thể hiện trong bảng 1. Các ký hiệu (4101_1) và (4101_2) là các ký hiệu tham chiếu (hoa tiêu) cho việc đánh giá kênh. Các ký hiệu (4102_1, 4103_1) là các ký

hiệu truyền dữ liệu để truyền tín hiệu được điều chế $z_1(t)$. Các ký hiệu (4102_2, 4103_2) là các ký hiệu truyền dữ liệu để truyền tín hiệu được điều chế $z_2(t)$. Ký hiệu (4102_1) và ký hiệu (4102_2) được truyền tại cùng thời điểm trên cùng tần số (chia sẻ/dùng chung), và ký hiệu (4103_1) và ký hiệu (4103_2) được truyền tại cùng thời điểm trên cùng tần số (chia sẻ/dùng chung). Các ký hiệu (4102_1, 4103_1) và các ký hiệu (4102_2, 4103_2) là các ký hiệu sau khi tính toán ma trận tiền mã hóa sử dụng phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả trong các phương án từ 1 đến 4 và phương án 6 (do đó, như được mô tả trong phương án 1, cấu trúc của các dòng $s_1(t)$ và $s_2(t)$ là như trên Fig.6).

Ngoài ra, trên Fig.41, ký hiệu (4104) là ký hiệu cho việc truyền “thông tin truyền” được thể hiện trong bảng 1. Ký hiệu (4105) là ký hiệu tham chiếu (hoa tiêu) để đánh giá kênh. Các ký hiệu (4106, 4107) là các ký hiệu truyền dữ liệu để truyền tín hiệu được điều chế $z_1(t)$. Các ký hiệu truyền dữ liệu để truyền tín hiệu được điều chế $z_1(t)$ không được tiền mã hóa, do số lượng tín hiệu truyền là một.

Do đó, thiết bị truyền trên Fig.40 tạo ra và truyền các tín hiệu được điều chế theo bảng 1 và cấu trúc khung trên Fig.41. Trên Fig.40, tín hiệu cấu trúc khung 313 bao gồm thông tin liên quan đến “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi” được thiết lập dựa trên bảng 1. Bộ mã hóa (4002), các bộ ánh xạ 306A, B, và các bộ tạo trọng số 308A, B thu tín hiệu cấu trúc khung như là đầu vào và hoạt động dựa trên “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi” mà được thiết lập dựa trên bảng 1. “thông tin truyền” tương ứng với “số lượng tín hiệu truyền” được thiết lập, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi” cũng được truyền tới thiết bị thu.

Cấu hình của thiết bị thu có thể được biểu diễn tương tự như Fig.7 của phương án 1. Sự khác biệt với phương án 1 là như sau: do thiết bị truyền và thiết bị thu lưu trữ thông tin trong bảng 1 trước, thiết bị truyền không cần phải truyền thông tin để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mà đúng hơn là truyền “thông tin truyền” tương ứng với “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp

điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi”, và thiết bị thu thu được thông tin để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa từ bảng 1 bằng cách thu “thông tin truyền”. Do đó, bằng bộ giải mã thông tin điều khiển 709 thu được “thông tin truyền” được truyền bởi thiết bị truyền trên Fig.40, thiết bị thu trên Fig.7 thu được, từ thông tin tương ứng với bảng 1, tín hiệu 710 liên quan đến thông tin về phương pháp truyền, như được thông báo bởi thiết bị truyền, mà bao gồm thông tin để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Do đó, khi số lượng tín hiệu truyền là hai, bộ xử lý tín hiệu 711 có thể thực hiện việc dò tìm dựa trên mẫu chuyển đổi ma trận tiền mã hóa để thu được các tỷ lệ likelihood-log được thu.

Lưu ý rằng trong phần mô tả nêu trên, “thông tin truyền” được thiết lập đối với “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi” như trong bảng 1, và phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa được thiết lập đối với “thông tin truyền”. Tuy nhiên, không cần thiết phải thiết lập “thông tin truyền” đối với “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, và “phương pháp mã hóa sửa lỗi”. Ví dụ, như trong bảng 2, “thông tin truyền” có thể được thiết lập đối với “số lượng tín hiệu truyền” và “phương pháp điều chế”, và phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa có thể được thiết lập đối với “thông tin truyền”.

Bảng 2

Số lượng các tín hiệu truyền được điều chế (số lượng anten truyền)	Phương pháp điều chế	Thông tin truyền	Phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa
1	QPSK	00000	-
	16QAM	00001	-
	64QAM	00010	-
	256QAM	00011	-
	1024QAM	00100	-
2	#1: QPSK, #2: QPSK	10000	D
	#1: QPSK, #2: 16QAM	10001	E
	#1: 16QAM, #2: 16QAM	10010	E

#1: 16QAM, #2: 64QAM	10011	E
#1: 64QAM, #2: 64QAM	10100	F
#1: 64QAM, #2: 256QAM	10101	F
#1: 256QAM, #2: 256QAM	10110	G
#1: 256QAM, #2: 1024QAM	10111	G
#1: 1024QAM, #2: 1024QAM	11000	H

Trong trường hợp này, “thông tin truyền” và phương pháp thiết lập phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa không bị giới hạn ở các bảng 1 và 2. Miễn là quy tắc được xác định trước để chuyển đổi phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa dựa trên các tham số truyền, như “số lượng tín hiệu truyền”, “phương pháp điều chế”, “số lượng bộ mã hóa”, “phương pháp mã hóa sửa lỗi”, hoặc loại tương tự (miễn là thiết bị truyền và thiết bị thu chia sẻ quy tắc được xác định trước, hoặc nói cách khác, nếu phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi dựa trên bất kỳ trong số các tham số truyền (hoặc trên bất kỳ các tham số truyền)), thiết bị truyền không cần phải truyền thông tin liên quan đến phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa. Thiết bị thu có thể nhận dạng phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa được sử dụng bởi thiết bị truyền bằng cách nhận dạng thông tin về các tham số truyền và do đó có thể thực hiện chính xác việc giải mã và dò tìm. Lưu ý rằng trong các bảng 1 và 2, phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi số lượng tín hiệu truyền được điều chế là hai, nhưng phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa có thể được sử dụng khi số lượng tín hiệu truyền được điều chế là hai hoặc lớn hơn.

Do đó, nếu thiết bị truyền và thiết bị thu chia sẻ bảng liên quan đến các mẫu truyền mà bao gồm thông tin về các phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa, thiết bị truyền không cần truyền thông tin liên quan đến phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa, truyền thay vào đó thông tin điều khiển mà không chứa thông tin liên quan đến phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa, và thiết bị thu có thể suy ra phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa bằng cách thu được thông tin điều khiển này.

Như được nêu trên, trong phương án này, thiết bị truyền không truyền thông tin liên quan trực tiếp đến phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Ngoài ra, phương pháp được mô tả trong đó thiết bị thu suy ra thông tin liên quan đến việc tiền mã hóa đối với “phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa” được sử dụng bởi thiết bị truyền. Phương pháp này thu được ưu điểm là hiệu quả truyền dữ liệu được cải thiện như là kết quả của việc thiết bị truyền không truyền thông tin liên quan trực tiếp tới phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Lưu ý rằng phương án này được mô tả như là việc chuyển đổi các trọng số tiền mã hóa trong miền thời gian, nhưng như được mô tả trong phương án 1, sáng chế có thể được thực hiện một cách tương tự khi sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM và loại tương tự.

Cụ thể, khi phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa chỉ thay đổi phụ thuộc vào số lượng tín hiệu truyền, thiết bị thu có thể học phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa bằng cách thu được thông tin này, được truyền bởi thiết bị truyền, trên số lượng tín hiệu truyền.

Trong phần mô tả này, có xem xét rằng thiết bị phát rộng/truyền thông như trạm phát rộng, trạm gốc, điểm truy cập, thiết bị đầu cuối, điện thoại di động, hoặc loại tương tự được bố trí thiết bị truyền, và thiết bị truyền thông như tivi, radio, thiết bị đầu cuối, máy tính cá nhân, điện thoại di động, điểm truy cập, trạm gốc, hoặc loại tương tự được bố trí thiết bị thu. Ngoài ra, có xem xét rằng thiết bị truyền và thiết bị thu trong phần mô tả này có chức năng truyền thông và có thể được kết nối thông qua một vài loại giao diện tới thiết bị để thực hiện các ứng dụng cho tivi, radio, máy tính cá nhân, điện thoại di động, hoặc loại tương tự.

Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, thông tin nhanh, ký hiệu tham chiếu, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ. Trong khi thuật ngữ “ký hiệu hoa tiêu” và “các ký hiệu cho thông tin điều khiển” được sử dụng ở đây, thuật ngữ bất kỳ có thể được sử dụng, do bản thân chức năng của nó là gì mới là quan trọng.

Nó là đủ cho ký hiệu hoa tiêu, ví dụ, là ký hiệu đã biết được điều chế bằng điều chế PSK trong các thiết bị truyền và thu (hoặc cho thiết bị thu có thể đồng bộ để biết được ký hiệu được truyền bởi thiết bị truyền). Thiết bị thu sử dụng ký hiệu này cho việc đồng bộ tần số, đồng bộ thời gian, đánh giá kênh (đánh giá thông tin trạng thái kênh (CSI) đối với mỗi tín hiệu được điều chế), dò tìm các tín hiệu, và loại tương tự.

Ký hiệu cho thông tin điều khiển để truyền thông tin ngoài dữ liệu (của các ứng dụng hoặc loại tương tự) mà cần được truyền tới đối tác truyền thông để thực hiện việc truyền thông (ví dụ, phương pháp điều chế, phương pháp mã hóa sửa lỗi, tốc độ mã hóa của phương pháp mã hóa sửa lỗi, thông tin thiết lập trong lớp phía trên, và loại tương tự).

Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án từ 1 đến 5 nêu trên và có thể được thực hiện với các cải biến đa dạng. Ví dụ, các phương án nêu trên mô tả các thiết bị truyền thông, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các thiết bị này và có thể được thực hiện như là phần mềm đối với phương pháp truyền thông tương ứng.

Ngoài ra, phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa được sử dụng trong phương pháp truyền hai tín hiệu được điều chế từ hai anten được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Sáng chế cũng có thể được thực hiện như là phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa để chuyển đổi một cách tương tự các trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong hoàn cảnh của phương pháp mà nhờ đó bốn tín hiệu được ánh xạ được tiền mã hóa để tạo ra bốn tín hiệu được điều chế mà được truyền từ bốn anten, hoặc tổng quát hơn, nhờ đó N tín hiệu được ánh xạ được tiền mã hóa để tạo ra N tín hiệu được điều chế mà được truyền từ N anten.

Trong phần mô tả, các thuật ngữ như “tiền mã hóa” và “trọng số tiền mã hóa” được sử dụng, nhưng bất kỳ các thuật ngữ khác có thể được sử dụng. Các vấn đề trong sáng chế là việc xử lý thực sự tín hiệu.

Dữ liệu khác nhau có thể được truyền trong các dòng $s_1(t)$ và $s_2(t)$, hoặc dữ liệu giống nhau có thể được truyền.

Mỗi anten truyền của thiết bị truyền và anten thu của thiết bị thu được thể

hiện trên các hình vẽ có thể được tạo thành bởi nhiều anten.

Các chương trình để thực hiện phương pháp truyền nêu trên có thể, ví dụ, được lưu trữ trước trong bộ nhớ chỉ đọc (ROM) và được làm cho hoạt động bởi bộ xử lý trung tâm (CPU).

Ngoài ra, các chương trình để thực hiện phương pháp truyền nêu trên có thể được lưu trữ trong vật ghi đọc được bởi máy tính, các chương trình được lưu trữ trong vật ghi này có thể được tải trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM) của máy tính, và máy tính có thể được làm cho hoạt động theo các chương trình này.

Các thành phần trong các phương án nêu trên có thể được lắp ráp điển hình là tích hợp tỷ lệ lớn (Large Scale Integration, viết tắt là LSI), loại mạch tích hợp. Các thành phần riêng biệt có thể một cách tương ứng được tạo thành vào các con chip rời rạc, hoặc một phần hoặc tất cả các thành phần trong mỗi phương án có thể được tạo thành vào một con chip. Trong khi LSI liên quan đến, các thuật ngữ mạch tích hợp (Integrated Circuit, viết tắt là IC), LSI hệ thống, super LSI, hoặc ultra LSI có thể được sử dụng phụ thuộc vào mức độ tích hợp. Ngoài ra, phương pháp lắp ráp các mạch tích hợp không bị giới hạn ở LSI, và mạch chuyên dụng hoặc bộ xử lý mục đích chung có thể được sử dụng. Mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA), mà có thể lập trình được sau khi LSI được sản xuất, hoặc bộ xử lý có thể tái cấu trúc, mà cho phép tái cấu trúc lại các kết nối và thiết lập của các ô mạch bên trong LSI, có thể được sử dụng.

Ngoài ra, nếu kỹ thuật để tạo ra các mạch tích hợp mà thay thế các LSI xuất hiện, do các tiến bộ trong kỹ thuật bán dẫn hoặc kỹ thuật liên quan khác, việc tích hợp các khối chức năng có thể một cách tự nhiên được thực hiện sử dụng kỹ thuật này. Việc áp dụng cả hai kỹ thuật hoặc loại tương tự là có thể.

Phương án 8

Phương án này mô tả ứng dụng của phương pháp được mô tả trong các phương án từ 1 đến 4 và phương án 6 để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Fig.6 đề cập đến phương pháp tại trọng số (phương pháp tiền mã hóa) trong phương án này. Bộ tạo trọng số 600 tích hợp các bộ tạo trọng số 308A và 308B

trên Fig.3. Như được thể hiện trên Fig.6, dòng $s1(t)$ và dòng $s2(t)$ tương ứng với các tín hiệu dải gốc 307A và 307B trên Fig.3. Nói cách khác, các dòng $s1(t)$ và $s2(t)$ là các thành phần cùng pha I và các thành phần pha vuông góc Q của tín hiệu dải gốc khi được ánh xạ theo phương pháp điều chế như QPSK, 16QAM, 64QAM, hoặc loại tương tự. Như được chỉ báo bởi cấu trúc khung trên Fig.6, dòng $s1(t)$ được biểu diễn là $s1(u)$ tại ký hiệu số u , là $s1(u + 1)$ tại ký hiệu số $u + 1$, và v.v. Tương tự, dòng $s2(t)$ được biểu diễn là $s2(u)$ tại ký hiệu số u , là $s2(u + 1)$ tại ký hiệu số $u + 1$, và v.v. Bộ tạo trọng số 600 thu các tín hiệu dải gốc 307A ($s1(t)$) và 307B ($s2(t)$) và thông tin 315 liên quan đến thông tin tạo trọng số trên Fig.3 như là các đầu vào, thực hiện việc tạo trọng số theo thông tin 315 liên quan đến việc tạo trọng số, và xuất ra các tín hiệu 309A ($z1(t)$) và 309B ($z2(t)$) sau khi tạo trọng số trên Fig.3.

Tại điểm này, khi ví dụ phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) $N = 8$ như trong ví dụ #8 trong phương án 6 được sử dụng, $z1(t)$ và $z2(t)$ được biểu diễn như sau.

Đối với ký hiệu số $8i$ (trong đó i là số nguyên lớn hơn hoặc bằng không):

Phép toán 228

Phương trình 218

$$\begin{pmatrix} z1(8i) \\ z2(8i) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i) \\ s2(8i) \end{pmatrix}$$

Ở đây, j là phần ảo, và $k = 0$.

Đối với ký hiệu số $8i + 1$:

Phép toán 229

Phương trình 219

$$\begin{pmatrix} z1(8i + 1) \\ z2(8i + 1) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i + 1) \\ s2(8i + 1) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 1$.

Đối với ký hiệu số $8i + 2$:

Phép toán 230

Phương trình 220

$$\begin{pmatrix} z1(8i+2) \\ z2(8i+2) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+2) \\ s2(8i+2) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 2$.

Đối với ký hiệu số $8i + 3$:

Phép toán 231

Phương trình 221

$$\begin{pmatrix} z1(8i+3) \\ z2(8i+3) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+3) \\ s2(8i+3) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 3$.

Đối với ký hiệu số $8i + 4$:

Phép toán 232

Phương trình 222

$$\begin{pmatrix} z1(8i+4) \\ z2(8i+4) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+4) \\ s2(8i+4) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 4$.

Đối với ký hiệu số $8i + 5$:

Phép toán 233

Phương trình 223

$$\begin{pmatrix} z1(8i+5) \\ z2(8i+5) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{i\pi}{4}} & e^{j\left(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+5) \\ s2(8i+5) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 5$.

Đối với ký hiệu số $8i + 6$:

Phép toán 234

Phương trình 224

$$\begin{pmatrix} z1(8i+6) \\ z2(8i+6) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{\pi}{4}} & e^{j(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+6) \\ s2(8i+6) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 6$.

Đối với ký hiệu số $8i + 7$:

Phép toán 235

Phương trình 225

$$\begin{pmatrix} z1(8i+7) \\ z2(8i+7) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2+1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\frac{\pi}{4}} & e^{j(\frac{k\pi}{4}+\frac{7\pi}{8})} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(8i+7) \\ s2(8i+7) \end{pmatrix}$$

Ở đây, $k = 7$.

Các số ký hiệu được thể hiện ở đây có thể được xem như để chỉ báo thời gian. Như được mô tả trong các phương án khác, trong phương trình 225, ví dụ, $z1(8i+7)$ và $z2(8i+7)$ tại thời gian $8i+7$ là các tín hiệu tại cùng thời điểm, và thiết bị truyền truyền $z1(8i+7)$ và $z2(8i+7)$ trên cùng tần số (chia sẻ/dùng chung). Nói cách khác, đặt các tín hiệu tại thời gian T là $s1(T)$, $s2(T)$, $z1(T)$, và $z2(T)$, sau đó $z1(T)$ và $z2(T)$ được tìm kiếm từ một vài loại ma trận tiền mã hóa và từ $s1(T)$ và $s2(T)$, và thiết bị truyền truyền $z1(T)$ và $z2(T)$ trên cùng tần số (được chia sẻ) (tại cùng thời điểm). Ngoài ra, trong trường hợp của sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM và loại tương tự, và đặt các tín hiệu tương ứng với $s1$, $s2$, $z1$, và $z2$ đối với sóng mang (sóng mang con) L và thời gian T là $s1(T, L)$, $s2(T, L)$, $z1(T, L)$, và $z2(T, L)$, sau đó $z1(T, L)$ và $z2(T, L)$ được tìm kiếm từ một vài loại ma trận tiền mã hóa và từ $s1(T, L)$ và $s2(T, L)$, và thiết bị truyền truyền $z1(T, L)$ và $z2(T, L)$ trên cùng tần số (chia sẻ/dùng chung) (tại cùng thời điểm).

Trong trường hợp này, giá trị thích hợp của α được đưa ra bởi phương trình 198 hoặc phương trình 200.

Phương án này mô tả phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa mà mở rộng kích cỡ chu kỳ (chu trình), dựa trên các ma trận tiền mã hóa nêu trên của phương trình 190.

Đặt chu kỳ (chu trình) của phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa là $8M$, $8M$

ma trận tiền mã hóa khác nhau được biểu diễn như sau.

Phép toán 236

Phương trình 226

$$\mathbf{F}[8 \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{k\pi}{4M}\right)} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + \frac{k\pi}{4M} + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$, và $k = 0, 1, \dots, M-2, M-1$.

Ví dụ, đặt $M = 2$ và $\alpha < 1$, các điểm thu kém đối với $s1$ ($\circ$) và đối với $s2$ ($\square$) tại $k = 0$ được biểu diễn như trên Fig.42A. Tương tự, các điểm thu kém đối với $s1$ ($\circ$) và đối với $s2$ ($\square$) tại $k = 1$ được biểu diễn như trên Fig.42B. Theo cách này, dựa trên các ma trận tiền mã hóa trong phương trình 190, các điểm thu kém là như trên Fig.42A, và bằng cách sử dụng, như là các ma trận tiền mã hóa, các ma trận thu được bằng cách nhân mỗi số hạng trong dòng thứ hai trên vế phải của phương trình 190 với e^{jX} (xem phương trình 226), các điểm thu kém được quay so với Fig.42A (xem Fig.42B). (Lưu ý rằng các điểm thu kém trên Fig.42A và Fig.42B không chồng nhau. Ngay cả khi nhân với e^{jX} , các điểm thu kém sẽ không bị chồng lấp, như trong trường hợp này. Ngoài ra, các ma trận thu được bằng cách nhân mỗi số hạng trong dòng thứ nhất trên vế phải của phương trình 190, ngoài trong dòng thứ hai trên vế phải của phương trình 190, với e^{jX} có thể được sử dụng như là các ma trận tiền mã hóa). Trong trường hợp này, các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[15]$ được biểu diễn như sau.

Phép toán 237

Phương trình 227

$$\mathbf{F}[8 \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j0} & \alpha \times e^{j0} \\ \alpha \times e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + Xk\right)} & e^{j\left(\frac{i\pi}{4} + Xk + \frac{7\pi}{8}\right)} \end{pmatrix}$$

Ở đây, $i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7$, và $k = 0, 1$.

Trong trường hợp này, khi $M = 2$, các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[15]$ được tạo ra (các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[15]$ có thể theo thứ tự bất kỳ, và các ma trận $F[0]$ – $F[15]$ đều có thể khác nhau). Ký hiệu số 16i có thể được tiền mã hóa sử dụng

$F[0]$, ký hiệu số $16i + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $16i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, 14, 15$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn).

Tóm tắt các xem xét nêu trên, có viện dẫn tới các phương trình từ 82 đến 85, các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) - N được biểu diễn bởi phương trình sau đây.

Phép toán 238

Phương trình 228

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Ở đây, do các chu kỳ (chu trình) có N khe, $i = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$. Ngoài ra, các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $N \times M$ dựa trên Phương trình 228 được biểu diễn bởi phương trình sau đây.

Phép toán 239

Phương trình 229

$$F[N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + X_k)} & e^{j(\theta_{21}(i) + X_k + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $i = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$, và $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[N \times M - 1]$ được tạo ra (các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[N \times M - 1]$ có thể theo thứ tự bất kỳ đối với $N \times M$ khe trong chu kỳ (chu trình)). Ký hiệu số $N \times M \times i$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[0]$, ký hiệu số $N \times M \times i + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $N \times M \times i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, N \times M - 2, N \times M - 1$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn).

Việc tạo ra các ma trận tiền mã hóa theo cách này thu được phương pháp

chuyển đổi ma trận tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) lớn, cho phép vị trí của các điểm thu kém dễ dàng được thay đổi, mà có thể dẫn đến chất lượng thu dữ liệu được cải thiện. Lưu ý rằng trong khi các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $N \times M$ được thiết lập là phương trình 229, các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $N \times M$ có thể được thiết lập là phương trình sau đây, như được nêu trên.

Phép toán 240

Phương trình 230

$$F[N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j(\theta_{11}(i) + X_k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + X_k + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $i = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$, và $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Trong các phương trình 229 và 230, khi $0 \text{ radian} \leq \delta < 2\pi \text{ radian}$, các ma trận là ma trận đơn nguyên khi $\delta = \pi \text{ radian}$ và là ma trận không đơn nguyên khi $\delta \neq \pi \text{ radian}$. Trong phương pháp này, việc sử dụng ma trận không đơn nguyên đối với $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| < \pi \text{ radian}$ là một cấu trúc khác biệt (các điều kiện đối với δ là tương tự như các phương án khác), và chất lượng thu dữ liệu tốt thu được. Việc sử dụng ma trận đơn nguyên là cấu trúc khác, và như được mô tả một cách chi tiết trong phương án 10 và phương án 16, nếu N là số lẻ trong các phương trình 229 và 230, xác suất thu được chất lượng thu dữ liệu tốt tăng lên.

Phương án 9

Phương án này mô tả phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng ma trận đơn nguyên.

Như được mô tả trong phương án 8, trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với N khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho N khe có viện dẫn tới các phương trình từ 82 đến 85 được biểu diễn như sau.

Phép toán 241

Phương trình 231

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$. (Đặt $\alpha > 0$). Do ma trận đơn nguyên được sử dụng trong phương án này, các ma trận tiền mã hóa trong phương trình 231 có thể được biểu diễn như sau.

Phép toán 242

Phương trình 232

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \pi)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$. (Đặt $\alpha > 0$). Từ điều kiện #5 (phép toán 106) và điều kiện #6 (phép toán 107) trong phương án 3, điều kiện sau đây là quan trọng để thu được chất lượng thu dữ liệu tốt.

Phép toán 243

Điều kiện #17

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 244

Điều kiện #18

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x) - \pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y) - \pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phương án 6 mô tả khoảng cách giữa các điểm thu kém. Để làm tăng khoảng cách giữa các điểm thu kém, quan trọng là số lượng khe N là số lẻ bằng ba hoặc lớn hơn. Phần sau đây giải thích điểm này.

Để phân phối các điểm thu kém đồng đều về pha trong mặt phẳng phức, như được mô tả trong phương án 6, điều kiện #19 và điều kiện #20 được đưa ra.

Phép toán 245

Điều kiện #19

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Phép toán 246

Điều kiện #20

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(-\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Nói cách khác, điều kiện #19 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $2\pi/N$ radian. Mặt khác, điều kiện #20 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $-2\pi/N$ radian.

Đặt $\theta_{11}(0) - \theta_{21}(0) = 0$ radian, và đặt $\alpha < 1$, sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức đối với chu kỳ (chu trình) $N = 3$ được thể hiện trên Fig.43A, và sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức đối với chu kỳ (chu trình) $N = 4$ được thể hiện trên Fig.43B. Đặt $\theta_{11}(0) - \theta_{21}(0) = 0$ radian, và đặt $\alpha > 1$, sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức đối với chu kỳ (chu trình) $N = 3$ được thể hiện trên Fig.44A, và sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức đối với chu kỳ (chu trình) $N = 4$ được thể hiện trên Fig.44B.

Trong trường hợp này, khi xem xét pha giữa đoạn thẳng từ điểm gốc đến điểm thu kém và nửa đoạn thẳng dọc theo trục thực được xác định bởi phần thực ≥ 0 (xem Fig.43A), sau đó đối với hoặc $\alpha > 1$ hoặc $\alpha < 1$, khi $N = 4$, trường hợp luôn xảy ra trong đó pha đối với các điểm thu kém đối với s1 và pha đối với các điểm thu kém đối với s2 là cùng giá trị. (Xem 4301, 4302 trên Fig.43B, và 4401, 4402 trên Fig.44B). Trong trường hợp này, trong mặt phẳng phức, khoảng cách giữa các điểm thu kém trở nên nhỏ. Mặt khác, khi $N = 3$, pha đối với các điểm thu kém đối với s1 và pha đối với các điểm thu kém đối với s2 không bao giờ là cùng giá trị.

Dựa trên phần nêu trên, có xem xét làm thế nào trường hợp luôn xảy ra trong đó pha đối với các điểm thu kém đối với s1 và pha đối với các điểm thu kém đối

với s_2 là cùng giá trị khi số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) là số chẵn, việc thiết lập số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) là số lẻ làm tăng xác suất của khoảng cách lớn hơn giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức so với khi số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) là số chẵn. Tuy nhiên, khi số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) là nhỏ, ví dụ khi $N \leq 16$, khoảng cách nhỏ nhất giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức có thể được đảm bảo là độ dài nào đó, do số lượng điểm thu kém là nhỏ. Do đó, khi $N \leq 16$, ngay cả nếu N là số chẵn, tồn tại các trường hợp mà chất lượng thu dữ liệu có thể được đảm bảo.

Do đó, trong phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa dựa trên Phương trình 232, khi số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) được thiết lập là số lẻ, xác suất cải thiện chất lượng thu dữ liệu là cao. Các ma trận tiền mã hóa $F[0] \dots F[N-1]$ được tạo ra dựa trên Phương trình 232 (các ma trận tiền mã hóa $F[0] \dots F[N-1]$ có thể thay thứ tự bất kỳ đối với N khe trong chu kỳ (chu trình)). Ký hiệu số N_i có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[0]$, ký hiệu số $N_i + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $N \times i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn). Ngoài ra, khi phương pháp điều chế cho cả s_1 và s_2 là 16QAM, nếu α được thiết lập như dưới đây.

Phép toán 247

Phương trình 233

$$\alpha = \frac{\sqrt{2} + 4}{\sqrt{2} + 2}$$

Hiệu quả làm tăng khoảng cách nhỏ nhất giữa $16 \times 16 = 256$ điểm tín hiệu trong mặt phẳng IQ đối với môi trường LOS cụ thể có thể thu được.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc N ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau, $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ

về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp của sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, đối với phương pháp áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) H khe (H là số tự nhiên lớn hơn số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) của phương pháp nêu trên để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), khi N ma trận tiền mã hóa khác nhau của phương án này được bao gồm, xác suất có chất lượng thu tốt tăng lên. Trong trường hợp này, điều kiện #17 và điều kiện #18 có thể được thay thế bởi các điều kiện sau đây. (Số lượng khe trong chu kỳ (chu trình) được xem là N).

Phép toán 248

Điều kiện #17'

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \exists x, \exists y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 249

Điều kiện #18'

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\pi)} \quad \text{cho } \exists x, \exists y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phương án 10

Phương án này mô tả phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng ma trận đơn nguyên mà khác với ví dụ trong phương án 9.

Trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với $2N$ khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho $2N$ khe được biểu diễn như sau.

Phép toán 250

Phương trình 234

đối với $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \pi)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$.

Phép toán 251

Phương trình 235

đối với $i = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{11}(i)} & e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \pi)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. (Đặt α trong phương trình 234 và α trong phương trình 235 là cùng giá trị).

Từ điều kiện #5 (phép toán 106) và điều kiện #6 (phép toán 107) trong phương án 3, các điều kiện sau đây là quan trọng trong phương trình 234 để thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Phép toán 252

Điều kiện #21

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 253

Điều kiện #22

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; y là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; và x ≠ y).

Ngoài ra điều kiện sau đây được xem xét.

Phép toán 254

Điều kiện #23

$$\theta_{11}(x) = \theta_{11}(x+N) \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

và

$$\theta_{21}(y) = \theta_{21}(y+N) \quad \text{cho } \forall y (y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

Tiếp theo, để phân phối các điểm thu kém đồng đều về pha trong mặt phẳng phức, như được mô tả trong phương án 6, điều kiện #24 và điều kiện #25 được đưa ra.

Phép toán 255

Điều kiện #24

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Phép toán 256

Điều kiện #25

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(-\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Nói cách khác, điều kiện #24 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $2\pi/N$ radian. Mặt khác, điều kiện #25 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $-2\pi/N$ radian.

Đặt $\theta_{11}(0) - \theta_{21}(0) = 0$ radian, và đặt $\alpha > 1$, sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức khi $N = 4$ được thể hiện trên Fig.45A và Fig.45B. Rõ ràng từ Fig.45A và Fig.45B, trong mặt phẳng phức,

khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s_1 được giữ là lớn, và tương tự, khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s_2 cũng được giữ là lớn. Các điều kiện tương tự được tạo ra khi $\alpha < 1$. Ngoài ra, với các xem xét tương tự như trong phương án 9, xác suất của khoảng cách lớn hơn giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức tăng lên khi N là số lẻ so với khi N là số chẵn. Tuy nhiên, khi N là nhỏ, ví dụ khi $N \leq 16$, khoảng cách nhỏ nhất giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức có thể được đảm bảo là độ dài nào đó, do số lượng điểm thu kém là nhỏ. Do đó, khi $N \leq 16$, ngay cả nếu N là số chẵn, tồn tại các trường hợp mà chất lượng thu dữ liệu có thể được đảm bảo.

Do đó, trong phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa dựa trên các phương trình 234 và 235, khi N được thiết lập là số lẻ, xác suất cải thiện chất lượng thu dữ liệu là cao. Các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[2N - 1]$ được tạo ra dựa trên các phương trình 234 và 235 (các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[2N - 1]$ có thể được sắp xếp theo thứ tự bất kỳ đối với $2N$ khe trong chu kỳ (chu trình)). Ký hiệu số $2Ni$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[0]$, ký hiệu số $2Ni + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $2N \times i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn). Ngoài ra, khi phương pháp điều chế cho cả s_1 và s_2 là 16QAM, nếu α được thiết lập như trong phương trình 233, hiệu quả làm tăng khoảng cách nhỏ nhất giữa $16 \times 16 = 256$ điểm tín hiệu trong mặt phẳng IQ đối với môi trường LOS cụ thể có thể thu được.

Các điều kiện sau đây có thể là các điều kiện khác với điều kiện #23:

Phép toán 257

Điều kiện #26

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; y là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 258

Điều kiện #27

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là N, N + 1, N + 2, ..., 2N - 2, 2N - 1; y là N, N + 1, N + 2, ..., 2N - 2, 2N - 1; và x ≠ y).

Trong trường hợp này, bằng cách thỏa mãn điều kiện #21, điều kiện #22, điều kiện #26, và điều kiện #27, khoảng cách trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém đối với s1 được tăng lên, như là khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s2, nhờ đó thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian 2N khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau, F[0], F[1], F[2], ..., F[2N - 2], F[2N - 1] được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp của sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự F[0], F[1], F[2], ..., F[2N - 2], F[2N - 1] trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau F[0], F[1], F[2], ..., F[2N - 2], F[2N - 1] được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, đối với phương pháp áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian 2N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng ngẫu nhiên 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) H khe (H là số tự nhiên lớn hơn số lượng khe 2N trong chu kỳ (chu trình) của phương pháp nêu trên để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), khi 2N ma trận tiền mã hóa khác nhau của phương án này được bao gồm, xác

suất có chất lượng thu tốt tăng lên.

Phương án 11

Phương án này mô tả phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng ma trận không đơn nguyên.

Trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với $2N$ khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho $2N$ khe được biểu diễn như sau.

Phép toán 259

Phương trình 236

đối với $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. Ngoài ra, đặt $\delta \neq \pi$ radian.

Phép toán 260

Phương trình 237

đối với $i = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} & e^{j\theta_{11}(i)} \\ e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\delta)} & \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. (Đặt α trong phương trình 236 và α trong phương trình 237 là cùng giá trị).

Từ điều kiện #5 (phép toán 106) và điều kiện #6 (phép toán 107) trong phương án 3, các điều kiện sau đây là quan trọng trong phương trình 236 để thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Phép toán 261

Điều kiện #28

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là 0, 1, 2, ..., N - 2, N - 1; y là 0, 1, 2, ..., N - 2, N - 1; và x ≠ y).

Phép toán 262

Điều kiện #29

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là 0, 1, 2, ..., N - 2, N - 1; y là 0, 1, 2, ..., N - 2, N - 1; và x ≠ y).

Ngoài ra điều kiện sau đây được xem xét.

Phép toán 263

Điều kiện #30

$$\theta_{11}(x) = \theta_{11}(x + N) \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

và

$$\theta_{21}(y) = \theta_{21}(y + N) \quad \text{cho } \forall y (y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

Lưu ý rằng thay vì phương trình 237, các ma trận tiền mã hóa trong phương trình sau đây có thể được đưa ra.

Phép toán 264

Phương trình 238

đối với i = N, N + 1, N + 2, ..., 2N - 2, 2N - 1:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{11}(i)} & e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda-\delta)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó α > 0. (Đặt α trong phương trình 236 và α trong phương trình 238 là cùng giá trị).

Như một ví dụ, để phân phối các điểm thu kém đồng đều về pha trong mặt phẳng phức, như được mô tả trong phương án 6, điều kiện #31 và điều kiện #32 được đưa ra.

Phép toán 265

Điều kiện #31

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Phép toán 266

Điều kiện #32

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(-\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Nói cách khác, điều kiện #31 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $2\pi/N$ radian. Mặt khác, điều kiện #32 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $-2\pi/N$ radian.

Đặt $\theta_{11}(0) - \theta_{21}(0) = 0$ radian, đặt $\alpha > 1$, và đặt $\delta = (3\pi)/4$ radian, sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức khi $N = 4$ được thể hiện trên Fig.46A và Fig.46B. Với các thiết lập này, chu kỳ (chu trình) cho việc chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa được tăng lên, và khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s1, cũng như khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s2, trong mặt phẳng phức được giữ là lớn, nhờ đó thu được chất lượng thu tốt. Ví dụ trong đó $\alpha > 1$, $\delta = (3\pi)/4$ radian, và $N = 4$ được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Các hiệu quả tương tự có thể thu được đối với $\pi/2$ radian $\leq |\delta| < \pi$ radian, $\alpha > 0$, và $\alpha \neq 1$.

Các điều kiện sau đây có thể là các điều kiện khác với điều kiện #30:

Phép toán 267

Điều kiện #33

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là N, N + 1, N + 2, ..., 2N - 2, 2N - 1; y là N, N + 1, N + 2, ..., 2N - 2, 2N - 1; và $x \neq y$).

Phép toán 268

Điều kiện #34

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là $N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$; y là $N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$; và $x \neq y$).

Trong trường hợp này, bằng cách thỏa mãn điều kiện #28, điều kiện #29, điều kiện #33, và điều kiện #34, khoảng cách trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém đối với s_1 được tăng lên, như là khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s_2 , nhờ đó thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $2N$ khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau, $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N - 2], F[2N - 1]$ được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp của sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N - 2], F[2N - 1]$ trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N - 2], F[2N - 1]$ được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, là phương pháp áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $2N$ khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng ngẫu nhiên $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) H khe (H là số tự nhiên lớn hơn số lượng khe $2N$ trong chu kỳ (chu trình) của phương pháp nêu trên để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), khi $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau của phương án này được bao gồm, xác suất có chất lượng thu tốt tăng lên.

Phương án 12

Phương án này mô tả phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận

tiền mã hóa sử dụng ma trận không đơn nguyên.

Trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với N khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho N khe được biểu diễn như sau.

Phép toán 269

Phương trình 239

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. Ngoài ra, đặt $\delta \neq \pi$ radian (giá trị cố định không phụ thuộc vào i), và $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$.

Từ điều kiện #5 (phép toán 106) và điều kiện #6 (phép toán 107) trong phương án 3, các điều kiện sau đây là quan trọng trong phương trình 239 để thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Phép toán 270

Điều kiện #35

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 271

Điều kiện #36

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x) - \delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y) - \delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; y là $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$; và $x \neq y$).

Như một ví dụ, để phân phối các điểm thu kém đồng đều về pha trong mặt phẳng phức, như được mô tả trong phương án 6, điều kiện #37 và điều kiện #38 được đưa ra.

Phép toán 272

Điều kiện #37

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Phép toán 273

Điều kiện #38

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1)-\theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))}} = e^{j\left(-\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Nói cách khác, điều kiện #37 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $2\pi/N$ radian. Mặt khác, điều kiện #38 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $-2\pi/N$ radian.

Trong trường hợp này, nếu $\pi/2$ radian $\leq |\delta| < \pi$ radian, $\alpha > 0$, và $\alpha \neq 1$, khoảng cách trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém đối với s1 được tăng lên, như là khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s2, nhờ đó thu được chất lượng thu dữ liệu cao. Lưu ý rằng điều kiện #37 và điều kiện #38 không phải luôn là cần thiết.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc N ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau, $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp của sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N-2], F[N-1]$ được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, là phương pháp áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma

trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) H khe (H là số tự nhiên lớn hơn số lượng khe N trong chu kỳ (chu trình) của phương pháp nêu trên để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), khi N ma trận tiền mã hóa khác nhau của phương án này được bao gồm, xác suất có chất lượng thu tốt tăng lên. Trong trường hợp này, điều kiện #35 và điều kiện #36 có thể được thay thế bởi các điều kiện sau đây. (Số lượng khe trong chu kỳ (chu trình) được xem là N).

Phép toán 274

Điều kiện #35'

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \exists x, \exists y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; y là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; và x ≠ y).

Phép toán 275

Điều kiện #36'

$$e^{j(\theta_{11}(x)-\theta_{21}(x)-\delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(y)-\theta_{21}(y)-\delta)} \quad \text{cho } \exists x, \exists y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

(x là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; y là 0, 1, 2, ..., N-2, N-1; và x ≠ y).

Phương án 13

Phương án này mô tả ví dụ khác so với phương án 8.

Trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với 2N khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho 2N khe được biểu diễn như sau.

Phép toán 276

Phương trình 240

đối với i = 0, 1, 2, ..., N-2, N-1:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i)+\lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i)+\lambda+\delta)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. Ngoài ra, đặt $\delta \neq \pi$ radian.

Phép toán 277

Phương trình 241

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} & e^{j\theta_{11}(i)} \\ e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} & \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. (Đặt α trong phương trình 240 và α trong phương trình 241 là cùng giá trị).

Ngoài ra, các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $2 \times N \times M$ dựa trên các phương trình 240 và 241 được biểu diễn bởi các phương trình sau đây.

Phép toán 278

Phương trình 242

đối với $i = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + X_k)} & e^{j(\theta_{21}(i) + X_k + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Phép toán 279

Phương trình 243

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} & e^{j\theta_{11}(i)} \\ e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta + Y_k)} & \alpha \times e^{j\theta_{21}(i) + Y_k} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$. Ngoài ra, $X_k = Y_k$ có thể là đúng, hoặc $X_k \neq Y_k$ có thể là đúng.

Các ma trận tiền mã hóa $F[0] - F[2 \times N \times M - 1]$ được tạo ra (các ma trận tiền mã hóa $F[0] - F[2 \times N \times M - 1]$ có thể theo thứ tự bất kỳ đối với $2 \times N \times M$ khe trong chu kỳ (chu trình)). Ký hiệu số $2 \times N \times M \times i$ có thể được tiền mã hóa sử

dụng $F[0]$, ký hiệu số $2 \times N \times M \times i + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $2 \times N \times M \times i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, 2 \times N \times M - 2, 2 \times N \times M - 1$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn).

Việc tạo ra các ma trận tiền mã hóa theo cách này thu được phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) lớn, cho phép vị trí của các điểm thu kém dễ dàng được thay đổi, mà có thể dẫn đến chất lượng thu dữ liệu được cải thiện.

Các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $2 \times N \times M$ trong phương trình 242 có thể được chuyển đổi theo phương trình sau đây.

Phép toán 280

Phương trình 244

đối với $i = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j(\theta_{11}(i) + X_k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + X_k + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Các ma trận tiền mã hóa chu kỳ (chu trình) $2 \times N \times M$ trong phương trình 243 cũng có thể được chuyển đổi thành bất kỳ trong số các phương trình từ 245 đến 247.

Phép toán 281

Phương trình 245

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda + Y_k)} & e^{j\theta_{11}(i + Y_k)} \\ e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \delta)} & \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Phép toán 282

Phương trình 246

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{11}(i)} & e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(i + Y_k)} & \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda - \delta + Y_k)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Phép toán 283

Phương trình 247

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[2 \times N \times k + i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{11}(i + Y_k)} & e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda + Y_k)} \\ e^{j\theta_{21}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda - \delta)} \end{pmatrix}$$

Trong trường hợp này, $k = 0, 1, \dots, M - 2, M - 1$.

Tập trung vào các điểm thu kém, nếu các phương trình 242 đến 247 thỏa mãn các điều kiện sau đây,

Phép toán 284

Điều kiện #39

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; y là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; và $x \neq y$).

Phép toán 285

Điều kiện #40

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x) - \delta)} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y) - \delta)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; y là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; và $x \neq y$).

Phép toán 286

Điều kiện #41

$$\theta_{11}(x) = \theta_{11}(x + N) \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

và

$$\theta_{21}(y) = \theta_{21}(y + N) \text{ cho } \forall y (y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

sau đó chất lượng thu dữ liệu tốt thu được. Lưu ý rằng trong phương án 8, điều kiện #39 và điều kiện #40 sẽ được thỏa mãn.

Tập trung vào X_k và Y_k , nếu các phương trình từ 242 đến 247 thỏa mãn các điều kiện sau đây,

Phép toán 287

Điều kiện #42

$$X_a \neq X_b + 2 \times s \times \pi \text{ cho } \forall a, \forall b (a \neq b; a, b = 0, 1, 2, \dots, M-2, M-1)$$

(a là 0, 1, 2, ..., M-2, M-1; b là 0, 1, 2, ..., M-2, M-1; và $a \neq b$).

(Ở đây, s là số nguyên).

Phép toán 288

Điều kiện #43

$$Y_a \neq Y_b + 2 \times u \times \pi \text{ cho } \forall a, \forall b (a \neq b; a, b = 0, 1, 2, \dots, M-2, M-1)$$

(a là 0, 1, 2, ..., M-2, M-1; b là 0, 1, 2, ..., M-2, M-1; và $a \neq b$).

(Ở đây, u là số nguyên)

sau đó chất lượng thu dữ liệu tốt thu được. Lưu ý rằng trong phương án 8, điều kiện #42 sẽ được thỏa mãn.

Trong các phương trình 242 và 247, khi $0 \text{ radian} \leq \delta < 2\pi \text{ radian}$, các ma trận là ma trận đơn nguyên khi $\delta = \pi \text{ radian}$ và là ma trận không đơn nguyên khi $\delta \neq \pi \text{ radian}$. Trong phương pháp này, việc sử dụng ma trận không đơn nguyên đối với $\pi/2 \text{ radian} \leq |\delta| < \pi \text{ radian}$ là một cấu trúc khác biệt, và chất lượng thu dữ liệu tốt thu được. Việc sử dụng ma trận đơn nguyên là cấu trúc khác, và như được mô tả một cách chi tiết trong phương án 10 và phương án 16, nếu N là số lẻ trong các phương trình từ 242 đến 247, xác suất thu được chất lượng thu dữ liệu tốt tăng lên.

Phương án 14

Phương án này mô tả ví dụ về sự khác biệt giữa việc sử dụng ma trận đơn nguyên và ma trận không đơn nguyên như là ma trận tiền mã hóa trong phương

pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Phần sau đây mô tả ví dụ mà sử dụng ma trận tiền mã hóa 2×2 (đặt mỗi phân tử là số phức), tức là trường hợp khi hai tín hiệu được điều chế ($s_1(t)$ và $s_2(t)$) mà được dựa trên phương pháp điều chế được tiền mã hóa, và hai tín hiệu tiền mã hóa được truyền bằng hai anten.

Khi truyền dữ liệu sử dụng phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, các bộ ánh xạ 306A và 306B trong thiết bị truyền trên Fig.3 và Fig.13 chuyển đổi phương pháp điều chế theo tín hiệu cấu trúc khung 313. Quan hệ giữa mức điều chế (số lượng các điểm tín hiệu đối với phương pháp điều chế trong mặt phẳng IQ) của phương pháp điều chế và các ma trận tiền mã hóa được mô tả.

Ưu điểm của phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa đó là, như được mô tả trong phương án 6, chất lượng thu dữ liệu tốt thu được trong môi trường LOS. Cụ thể, khi thiết bị thu thực hiện tính toán ML hoặc áp dụng tính toán ML dựa trên APP (hoặc Max-log APP), hiệu quả là đáng kể. Một cách ngẫu nhiên, việc tính toán ML ảnh hưởng lớn đến quy mô mạch (quy mô tính toán) theo mức điều chế của phương pháp điều chế. Ví dụ, khi hai tín hiệu tiền mã hóa được truyền từ hai anten, và phương pháp điều chế giống nhau được sử dụng đối với hai tín hiệu được điều chế (các tín hiệu dựa trên phương pháp điều chế trước khi tiền mã hóa), số lượng điểm tín hiệu ứng viên trong mặt phẳng IQ (các điểm tín hiệu được thu 1101 trên Fig.11) là $4 \times 4 = 16$ khi phương pháp điều chế là QPSK, $16 \times 16 = 256$ khi phương pháp điều chế là 16QAM, $64 \times 64 = 4096$ khi phương pháp điều chế là 64QAM, $256 \times 256 = 65.536$ khi phương pháp điều chế là 256QAM, và $1024 \times 1024 = 1.048.576$ khi phương pháp điều chế là 256QAM. Để giữ quy mô tính toán của thiết bị thu xuống kích cỡ mạch nào đó, khi phương pháp điều chế là QPSK, 16QAM, hoặc 64QAM, tính toán ML (tính toán ML dựa trên (Max-log) APP dựa trên) được sử dụng, và khi phương pháp điều chế là 256QAM hoặc 1024QAM, thao tác tuyến tính như MMSE hoặc ZF được sử dụng trong thiết bị thu. (Trong một vài trường hợp, tính toán ML có thể được sử dụng đối với 256QAM).

Khi thiết bị thu này được giả thiết, việc xem xét tỷ lệ công suất tín hiệu trên tạp âm (SNR) sau khi tách biệt các tín hiệu chỉ báo rằng ma trận đơn nguyên là thích hợp như là ma trận tiền mã hóa khi thiết bị thu thực hiện thao tác tuyến tính như MMSE hoặc ZF, trong khi hoặc ma trận đơn nguyên hoặc ma trận không đơn nguyên có thể được sử dụng khi thiết bị thu thực hiện tính toán ML. Xem xét đến bất kỳ trong số các phương án nêu trên, khi hai tín hiệu tiền mã hóa được truyền từ hai anten, phương pháp điều chế tương tự được sử dụng đối với hai tín hiệu được điều chế (các tín hiệu dựa trên phương pháp điều chế trước khi tiền mã hóa), ma trận không đơn nguyên được sử dụng như là ma trận tiền mã hóa trong phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mức điều chế của phương pháp điều chế là bằng hoặc nhỏ hơn 64 (hoặc là bằng hoặc nhỏ hơn 256), và ma trận đơn nguyên được sử dụng khi mức điều chế là lớn hơn 64 (hoặc lớn hơn 256), sau đó đối với tất cả các phương pháp điều chế được hỗ trợ bởi hệ thống truyền, có sự tăng xác suất thu được hiệu quả mà chất lượng thu dữ liệu tốt thu được đối với bất kỳ trong số các phương pháp điều chế trong khi làm giảm quy mô mạch của thiết bị thu.

Khi mức điều chế của phương pháp điều chế là bằng hoặc nhỏ hơn 64 (hoặc là bằng hoặc nhỏ hơn 256), trong một vài trường hợp việc sử dụng ma trận đơn nguyên có thể được ưu tiên. Dựa trên việc xem xét này, khi các phương pháp điều chế được hỗ trợ trong đó mức điều chế là bằng hoặc nhỏ hơn 64 (hoặc là bằng hoặc nhỏ hơn 256), quan trọng rằng trong một vài trường hợp, trong một vài trong số các phương pháp điều chế được hỗ trợ mà mức điều chế là bằng hoặc nhỏ hơn 64, ma trận không đơn nguyên được sử dụng như là ma trận tiền mã hóa trong phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Trường hợp của truyền hai tín hiệu tiền mã hóa từ hai anten được nêu trên như là ví dụ, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Trong trường hợp khi N tín hiệu được tiền mã hóa được truyền từ N anten, và cùng phương pháp điều chế được sử dụng cho N tín hiệu được điều chế (các tín hiệu dựa trên phương pháp điều chế trước khi tiền mã hóa), ngưỡng β_N có thể được thiết lập đối với mức điều chế của phương pháp điều chế. Khi các phương pháp điều chế mà để mức điều chế

đơn nguyên có thể được ưu tiên. Dựa trên việc xem xét này, khi các kết hợp của các phương pháp điều chế được hỗ trợ mà để $2^{a_1 + a_2} \leq 2^\beta$, quan trọng rằng trong một vài các kết hợp của các phương pháp điều chế được hỗ trợ mà để $2^{a_1 + a_2} \leq 2^\beta$, ma trận không đơn nguyên được sử dụng như là ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Như một ví dụ, trường hợp trong đó hai tín hiệu tiền mã hóa được truyền bằng hai anten được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Ví dụ, N tín hiệu được điều chế (các tín hiệu dựa trên phương pháp điều chế trước khi tiền mã hóa) có thể được điều chế bằng cùng phương pháp điều chế hoặc, khi được điều chế với các phương pháp điều chế khác nhau, mức điều chế của phương pháp điều chế đối với tín hiệu được điều chế thứ i có thể là 2^{a_i} (trong đó $i = 1, 2, \dots, N - 1, N$).

Trong trường hợp này, khi thiết bị thu sử dụng tính toán ML (tính toán ML dựa trên (Max-log) APP), số lượng điểm tín hiệu ứng viên trong mặt phẳng IQ (các điểm tín hiệu được thu 1101 trên Fig.11) là $2^{a_1} \times 2^{a_2} \times \dots \times 2^{a_i} \times \dots \times 2^{a_N} = 2^{a_1 + a_2 + \dots + a_i + \dots + a_N}$. Như được nêu trên, để thu được chất lượng thu dữ liệu cao trong khi làm giảm quy mô mạch của thiết bị thu, ngưỡng 2^β có thể được đưa ra đối với $2^{a_1 + a_2 + \dots + a_i + \dots + a_N}$.

Phép toán 289

Điều kiện #44

$$2^{a_1 + a_2 + \dots + a_i + \dots + a_N} = 2^Y \leq 2^\beta$$

trong đó

$$Y = \sum_{i=1}^N a_i$$

Khi các kết hợp của các phương pháp điều chế thỏa mãn điều kiện #44 được hỗ trợ, trong một vài các kết hợp của các phương pháp điều chế được hỗ trợ thỏa mãn điều kiện #44, ma trận không đơn nguyên được sử dụng như là ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Phép toán 290

Điều kiện #45

$$2^{a_1+a_2+\dots+a_i+\dots+a_N} = 2^Y > 2^\beta$$

trong đó

$$Y = \sum_{i=1}^N a_i$$

Bằng cách sử dụng ma trận đơn nguyên trong tất cả các kết hợp của các phương pháp điều chế thỏa mãn điều kiện #45, sau đó đối với tất cả các phương pháp điều chế được hỗ trợ bởi hệ thống truyền, có sự tăng xác suất thu được hiệu quả mà chất lượng thu dữ liệu tốt thu được trong khi làm giảm quy mô mạch của thiết bị thu đối với bất kỳ trong số các kết hợp của các phương pháp điều chế. (Ma trận không đơn nguyên có thể được sử dụng như là ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trong tất cả các kết hợp được hỗ trợ của các phương pháp điều chế thỏa mãn điều kiện #44).

Phương án 15

Phương án này mô tả ví dụ về hệ thống mà áp dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM.

Fig.47A và Fig.47B thể hiện ví dụ theo phương án này của cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với tín hiệu được truyền bởi trạm phát rộng (trạm gốc) trong hệ thống mà áp dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM. (Cấu trúc khung được thiết lập để mở rộng từ thời gian \$1\$ đến thời gian \$T\$). Fig.47A thể hiện cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với dòng \$s_1\$ được mô tả trong phương án 1, và Fig.47B thể hiện cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với dòng \$s_2\$ được mô tả trong phương án 1. Các ký hiệu tại cùng thời điểm và cùng sóng mang (sóng mang con) trong dòng \$s_1\$ và dòng \$s_2\$ được truyền bởi các anten tại cùng thời điểm và cùng tần số.

Trên Fig.47A và Fig.47B, các sóng mang (sóng mang con) được sử dụng khi sử dụng OFDM được chia thành như sau: nhóm sóng mang #A bao gồm sóng

mang (sóng mang con) a – sóng mang (sóng mang con) a + Na, nhóm sóng mang #B bao gồm sóng mang (sóng mang con) b – sóng mang (sóng mang con) b + Nb, nhóm sóng mang #C bao gồm sóng mang (sóng mang con) c – sóng mang (sóng mang con) c + Nc, nhóm sóng mang #D bao gồm sóng mang (sóng mang con) d – sóng mang (sóng mang con) d + Nd, Trong mỗi nhóm sóng mang con, nhiều phương pháp truyền giả thiết được hỗ trợ. Bằng cách hỗ trợ nhiều phương pháp truyền, có thể lợi dụng hiệu quả trên các ưu điểm của các phương pháp truyền. Ví dụ, trên Fig.47A và Fig.47B, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hoặc hệ thống MIMO với ma trận tiền mã hóa cố định được sử dụng cho nhóm sóng mang #A, hệ thống MIMO mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho nhóm sóng mang #B, chỉ dòng s1 được truyền trong nhóm sóng mang #C, và mã khối thời gian-không gian được sử dụng để truyền nhóm sóng mang #D.

Fig.48A và Fig.48B thể hiện ví dụ theo phương án này của cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với tín hiệu được truyền bởi trạm phát rộng (trạm gốc) trong hệ thống mà áp dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM. Fig.48A và Fig.48B thể hiện cấu trúc khung tại thời gian khác so với Fig.47A và Fig.47B, từ thời gian X sang thời gian $X + T'$. Trên Fig.48A và Fig.48B, như trên Fig.47A và Fig.47B, các sóng mang (sóng mang con) được sử dụng khi sử dụng OFDM được chia thành như sau: nhóm sóng mang #A bao gồm sóng mang (sóng mang con) a – sóng mang (sóng mang con) a + Na, nhóm sóng mang #B bao gồm sóng mang (sóng mang con) b – sóng mang (sóng mang con) b + Nb, nhóm sóng mang #C bao gồm sóng mang (sóng mang con) c – sóng mang (sóng mang con) c + Nc, nhóm sóng mang #D bao gồm sóng mang (sóng mang con) d – sóng mang (sóng mang con) d + Nd, Sự khác biệt giữa Fig.47A và Fig.47B và Fig.48A và Fig.48B đó là trong một vài các nhóm sóng mang, phương pháp truyền được sử dụng trên Fig.47A và Fig.47B khác với phương pháp truyền được sử dụng trên Fig.48A và Fig.48B. Trên Fig.48A và Fig.48B, mã khối thời gian-không gian được sử dụng để truyền nhóm sóng mang #A, hệ thống MIMO mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho nhóm sóng mang #B, hệ thống

MIMO mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng cho nhóm sóng mang #C, và chỉ dòng s1 được truyền trong nhóm sóng mang #D.

Tiếp theo, các phương pháp truyền được hỗ trợ được mô tả.

Fig.49 thể hiện phương pháp xử lý tín hiệu khi sử dụng hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian hoặc hệ thống MIMO với ma trận tiền mã hóa cố định. Fig.49 mang cùng các số như trên Fig.6.

Bộ tạo trọng số 600, mà là tín hiệu dải gốc theo phương pháp điều chế nào đó, thu như là các đầu vào dòng s1(t) (307A), dòng s2(t) (307B), và thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số, và xuất ra tín hiệu được điều chế z1(t) (309A) sau khi tạo trọng số và tín hiệu được điều chế z2(t) (309B) sau khi tạo trọng số. Ở đây, khi thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số chỉ báo hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, việc xử lý tín hiệu trong phương pháp #1 trên Fig.49 được thực hiện. Cụ thể, xử lý sau đây được thực hiện.

Phép toán 291

Phương trình 250

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} e^{j0} & 0 \\ 0 & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Khi phương pháp truyền một tín hiệu được điều chế được hỗ trợ, từ điểm về công suất truyền, phương trình 250 có thể được biểu diễn là phương trình 251.

Phép toán 292

Phương trình 251

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & 0 \\ 0 & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} \\ &= \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{\sqrt{2}} s1(t) \\ \frac{1}{\sqrt{2}} s2(t) \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Khi thông tin 315 liên quan đến phương pháp tạo trọng số chỉ báo hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn giữa chúng, việc xử lý tín hiệu trong phương pháp #2, ví dụ, trên Fig.49 được thực hiện. Cụ thể, xử lý sau đây được thực hiện.

Phép toán 293

Phương trình 252

$$\begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}} & \alpha \times e^{j(\theta_{11} + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}} & e^{j(\theta_{21} + \lambda + \delta)} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix}$$

Ở đây, θ_{11} , θ_{12} , λ , và δ là các giá trị cố định.

Fig.50 thể hiện cấu trúc của các tín hiệu được điều chế khi sử dụng mã khối thời gian-không gian. Bộ mã hóa khối thời gian-không gian (5002) trên Fig.50 thu, như là đầu vào, tín hiệu dải gốc dựa trên tín hiệu điều chế nào đó. Ví dụ, bộ mã hóa khối thời gian-không gian (5002) thu ký hiệu $s1$, ký hiệu $s2$, ... như là các đầu vào. Như được thể hiện trên Fig.50, mã khối thời gian-không gian được thực hiện, $z1(5003A)$ trở thành “ $s1$ là ký hiệu #0”, “ $-s2^*$ là ký hiệu #0”, “ $s3$ là ký hiệu #2”, “ $-s4^*$ là ký hiệu #3”..., và $z2(5003B)$ trở thành “ $s2$ là ký hiệu #0”, “ $s1^*$ là ký hiệu #1”, “ $s4$ là ký hiệu #2”, “ $s3^*$ là ký hiệu #3”.... Trong trường hợp này, ký hiệu #X trong $z1$ và ký hiệu #X trong $z2$ được truyền từ các anten tại cùng thời điểm, trên cùng tần số.

Trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B, chỉ các ký hiệu truyền dữ liệu được thể hiện. Trong thực tế, tuy nhiên, cần phải truyền thông tin như phương pháp truyền, phương pháp điều chế, phương pháp sửa lỗi, và loại tương tự. Ví dụ,

như trên Fig.51, các đoạn thông tin này có thể được truyền tới đối tác truyền thông bằng cách truyền đều đặn với chỉ một tín hiệu được điều chế $z1$. Cũng cần truyền các ký hiệu để đánh giá dao động kênh, tức là đối với thiết bị thu để đánh giá dao động kênh (ví dụ, ký hiệu hoa tiêu, ký hiệu tham chiếu, đoạn đầu, ký hiệu khóa dịch pha (PSK) đã biết tại các phía truyền và thu, và loại tương tự). Trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B, các ký hiệu này được bỏ qua. Thực tế, tuy nhiên, các ký hiệu để đánh giá dao động kênh được chứa trong cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số. Do đó, mỗi nhóm sóng mang không chỉ bao gồm các ký hiệu cho việc truyền dữ liệu. (Điều tương tự cũng đúng cho phương án 1).

Fig.52 là ví dụ về cấu hình của thiết bị truyền trong trạm phát rộng (trạm gốc) theo phương án này. Bộ xác định phương pháp truyền (5205) xác định số lượng sóng mang, phương pháp điều chế, phương pháp sửa lỗi, tốc độ mã hóa cho việc mã hóa sửa lỗi, phương pháp truyền, và loại tương tự đối với mỗi nhóm sóng mang và xuất ra tín hiệu điều khiển (5206).

Bộ tạo tín hiệu điều chế #1 (5201_1) thu, như là đầu vào, thông tin (5200_1) và tín hiệu điều khiển (5206) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền trong tín hiệu điều khiển (5206), xuất ra tín hiệu được điều chế $z1$ (5202_1) và tín hiệu được điều chế $z2$ (5203_1) trong nhóm sóng mang #A trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B.

Tương tự, bộ tạo tín hiệu điều chế #2 (5201_2) thu, như là đầu vào, thông tin (5200_2) và tín hiệu điều khiển (5206) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền trong tín hiệu điều khiển (5206), xuất ra tín hiệu được điều chế $z1$ (5202_2) và tín hiệu được điều chế $z2$ (5203_2) trong nhóm sóng mang #B trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B.

Tương tự, bộ tạo tín hiệu điều chế #3 (5201_3) thu, như là đầu vào, thông tin (5200_3) và tín hiệu điều khiển (5206) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền trong tín hiệu điều khiển (5206), xuất ra tín hiệu được điều chế $z1$ (5202_3) và tín hiệu được điều chế $z2$ (5203_3) trong nhóm sóng mang #C trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B.

Tương tự, bộ tạo tín hiệu điều chế #4 (5201_4) thu, như là đầu vào, thông tin

(5200_4) và tín hiệu điều khiển (5206) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền trong tín hiệu điều khiển (5206), xuất ra tín hiệu được điều chế z1 (5202_4) và tín hiệu được điều chế z2 (5203_4) trong nhóm sóng mang #D trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, và Fig.48B.

Trong khi không được thể hiện trên các hình vẽ, điều tương tự là đúng đối với bộ tạo tín hiệu được điều chế từ #5 đến bộ tạo tín hiệu được điều chế #M - 1.

Tương tự, bộ tạo tín hiệu điều chế #M (5201_M) thu, như là đầu vào, thông tin (5200_M) và tín hiệu điều khiển (5206) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền trong tín hiệu điều khiển (5206), xuất ra tín hiệu được điều chế z1 (5202_M) và tín hiệu được điều chế z2 (5203_M) trong nhóm sóng mang nào đó.

Bộ xử lý liên quan OFDM (5207_1) thu, như là các đầu vào, tín hiệu được điều chế z1 (5202_1) trong nhóm sóng mang #A, tín hiệu được điều chế z1 (5202_2) trong nhóm sóng mang #B, tín hiệu được điều chế z1 (5202_3) trong nhóm sóng mang #C, tín hiệu được điều chế z1 (5202_4) trong nhóm sóng mang #D, ..., tín hiệu được điều chế z1 (5202_M) trong nhóm sóng mang nào đó #M, và tín hiệu điều khiển (5206), thực hiện xử lý như sắp xếp lại, biến đổi ngược Fourier, chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu truyền (5208_1). Tín hiệu truyền (5208_1) được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten (5209_1).

Tương tự, bộ xử lý liên quan OFDM (5207_2) thu, như là các đầu vào, tín hiệu được điều chế z1 (5203_1) trong nhóm sóng mang #A, tín hiệu được điều chế z1 (5203_2) trong nhóm sóng mang #B, tín hiệu được điều chế z1 (5203_3) trong nhóm sóng mang #C, tín hiệu được điều chế z1 (5203_4) trong nhóm sóng mang #D, ..., tín hiệu được điều chế z1 (5203_M) trong nhóm sóng mang nào đó #M, và tín hiệu điều khiển (5206), thực hiện xử lý như sắp xếp lại, biến đổi ngược Fourier, chuyển đổi tần số, khuếch đại và loại tương tự, và xuất ra tín hiệu truyền (5208_2). Tín hiệu truyền (5208_2) được xuất ra như là sóng vô tuyến từ anten (5209_2).

Fig.53 thể hiện ví dụ về cấu trúc của các bộ tạo tín hiệu điều chế #1-#M trên Fig.52. Bộ mã hóa sửa lỗi (5302) thu, như là các đầu vào, thông tin (5300) và tín hiệu điều khiển (5301) và, theo tín hiệu điều khiển (5301), thiết lập phương pháp mã hóa sửa lỗi và tốc độ mã hóa cho việc mã hóa sửa lỗi, thực hiện việc mã hóa

sửa lỗi, và xuất ra dữ liệu (5303) sau khi mã hóa sửa lỗi. (Theo việc thiết lập của phương pháp mã hóa sửa lỗi và tốc độ mã hóa cho việc mã hóa sửa lỗi, khi sử dụng mã LDPC, mã tubô, hoặc mã xoắn, ví dụ, phụ thuộc vào tốc độ mã hóa, việc xen kẽ có thể được thực hiện để thu được tốc độ mã hóa).

Bộ đan xen (5304) thu, như là đầu vào, dữ liệu được mã hóa sửa lỗi (5303) và tín hiệu điều khiển (5301) và, theo thông tin về phương pháp đan xen được chứa trong tín hiệu điều khiển (5301), sắp xếp lại dữ liệu được mã hóa sửa lỗi (5303) và xuất ra dữ liệu được đan xen (5305).

Bộ ánh xạ (5306_1) thu, như là đầu vào, dữ liệu đan xen (5305) và tín hiệu điều khiển (5301) và, theo thông tin về phương pháp điều chế được chứa trong tín hiệu điều khiển (5301), thực hiện việc ánh xạ và xuất ra tín hiệu dải gốc (5307_1).

Tương tự, bộ ánh xạ (5306_2) thu, như là đầu vào, dữ liệu đan xen (5305) và tín hiệu điều khiển (5301) và, theo thông tin về phương pháp điều chế được chứa trong tín hiệu điều khiển (5301), thực hiện việc ánh xạ và xuất ra tín hiệu dải gốc (5307_2).

Bộ xử lý tín hiệu (5308) thu, như là đầu vào, tín hiệu dải gốc (5307_1), tín hiệu dải gốc (5307_2), và tín hiệu điều khiển (5301) và, dựa trên thông tin về phương pháp truyền (ví dụ, trong phương án này, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, phương pháp MIMO sử dụng ma trận tiền mã hóa cố định, phương pháp MIMO để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mã khối thời gian-không gian, hoặc phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1) được chứa trong tín hiệu điều khiển (5301), thực hiện xử lý tín hiệu. Bộ xử lý tín hiệu (5308) xuất ra tín hiệu được xử lý z1 (5309_1) và tín hiệu được xử lý z2 (5309_2). Lưu ý rằng khi phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1 được lựa chọn, bộ xử lý tín hiệu (5308) không xuất ra tín hiệu được xử lý z2 (5309_2). Ngoài ra, trên Fig.53, một bộ mã hóa sửa lỗi được thể hiện, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.3, nhiều bộ mã hóa có thể được cung cấp.

Fig.54 thể hiện ví dụ về cấu trúc của các bộ xử lý liên quan OFDM (5207_1 và 5207_2) trên Fig.52. Các thành phần mà hoạt động theo cách tương tự như Fig.14 mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn. Bộ sắp xếp lại (5402A) thu, như là đầu vào,

tín hiệu được điều chế $z1$ (5400_1) trong nhóm sóng mang #A, tín hiệu được điều chế $z1$ (5400_2) trong nhóm sóng mang #B, tín hiệu được điều chế $z1$ (5400_3) trong nhóm sóng mang #C, tín hiệu được điều chế $z1$ (5400_4) trong nhóm sóng mang #D, ..., tín hiệu được điều chế $z1$ (5400_M) trong nhóm sóng mang nào đó, và tín hiệu điều khiển (5403), thực hiện việc sắp xếp lại, và xuất ra các tín hiệu được sắp xếp lại 1405A và 1405B. Lưu ý rằng trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, và Fig.51, ví dụ về việc cấp phát của các nhóm sóng mang được mô tả là được tạo thành bởi các nhóm của các sóng mang con, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Các nhóm sóng mang có thể được tạo thành bởi các sóng mang con rời rạc tại mỗi khoảng thời gian. Ngoài ra, trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, và Fig.51, ví dụ được mô tả trong đó số lượng sóng mang trong mỗi nhóm sóng mang không thay đổi theo thời gian, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Điểm này sẽ được mô tả riêng biệt dưới đây.

Fig.55A và Fig.55B thể hiện ví dụ về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số cho phương pháp thiết lập phương pháp truyền đối với mỗi nhóm sóng mang, như trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, và Fig.51. Trên Fig.55A và Fig.55B, các ký hiệu thông tin điều khiển được ký hiệu là 5500, các ký hiệu thông tin điều khiển riêng biệt được ký hiệu là 5501, các ký hiệu dữ liệu được ký hiệu là 5502, và các ký hiệu hoa tiêu được ký hiệu là 5503. Ngoài ra, Fig.55A thể hiện cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với dòng s1, và Fig.55B thể hiện cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số đối với dòng s2.

Các ký hiệu thông tin điều khiển để truyền thông tin điều khiển được chia sẻ bởi nhóm sóng mang và bao gồm các ký hiệu cho các thiết bị thu và truyền thực hiện đồng bộ thời gian và tần số, thông tin liên quan đến việc cấp phát của các sóng mang (sóng mang con), và loại tương tự. Các ký hiệu thông tin điều khiển được thiết lập để được truyền từ chỉ dòng s1 tại thời gian \$1.

Các ký hiệu thông tin điều khiển riêng biệt để truyền thông tin điều khiển trên các nhóm sóng mang con riêng biệt và bao gồm thông tin về phương pháp truyền, phương pháp điều chế, phương pháp mã hóa sửa lỗi, tốc độ mã hóa cho việc mã hóa sửa lỗi, kích cỡ khối của các mã sửa lỗi, và loại tương tự đối với các

ký hiệu dữ liệu, thông tin về phương pháp chèn các ký hiệu hoa tiêu, thông tin về công suất truyền của các ký hiệu hoa tiêu, và loại tương tự. Các ký hiệu thông tin điều khiển riêng biệt được thiết lập để được truyền từ chỉ dòng s1 tại thời gian \$1\$.

Các ký hiệu dữ liệu để truyền dữ liệu (thông tin), và như được mô tả có viện dẫn tới các hình vẽ từ Fig.47A đến Fig.50, là các ký hiệu của một trong số các phương pháp truyền sau đây, ví dụ: hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, phương pháp MIMO sử dụng ma trận tiền mã hóa cố định, phương pháp MIMO để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mã khối thời gian-không gian, hoặc phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1. Lưu ý rằng trong nhóm sóng mang #A, nhóm sóng mang #B, nhóm sóng mang #C, và nhóm sóng mang #D, các ký hiệu dữ liệu được thể hiện trong dòng s2, nhưng khi phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1 được sử dụng, trong một vài trường hợp không có các ký hiệu dữ liệu trong dòng s2.

Các ký hiệu hoa tiêu dùng cho thiết bị thu thực hiện việc đánh giá kênh, tức để đánh giá dao động tương ứng với $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$ trong phương trình 36. (Trong phương án này, do phương pháp truyền đa song mang như phương pháp OFDM được sử dụng, các ký hiệu hoa tiêu để đánh giá dao động tương ứng với $h_{11}(t)$, $h_{12}(t)$, $h_{21}(t)$, và $h_{22}(t)$ trong mỗi sóng mang con). Do đó, phương pháp truyền PSK, ví dụ, được sử dụng đối với các ký hiệu hoa tiêu, mà chúng được tạo cấu trúc để tạo thành mẫu đã biết bởi các thiết bị truyền và thu. Ngoài ra, thiết bị thu có thể sử dụng các ký hiệu hoa tiêu để đánh giá độ dịch vị tần số, đánh giá méo pha, và đồng bộ thời gian.

Fig.56 thể hiện ví dụ về cấu hình của thiết bị thu để thu các tín hiệu điều chế được truyền bởi thiết bị truyền trên Fig.52. Các thành phần mà hoạt động theo cách tương tự như Fig.7 mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn.

Trên Fig.56, bộ xử lý liên quan OFDM (5600_X) thu, như là đầu vào, tín hiệu được thu 702_X, thực hiện xử lý được xác định trước, và xuất ra tín hiệu được xử lý 704_X. Tương tự, bộ xử lý liên quan OFDM (5600_Y) thu, như là đầu vào, tín hiệu được thu 702_Y, thực hiện xử lý được xác định trước, và xuất ra tín hiệu được xử lý 704_Y.

Bộ giải mã thông tin điều khiển 709 trên Fig.56 thu, như là đầu vào, các tín hiệu được xử lý 704_X và 704_Y, tách các ký hiệu thông tin điều khiển và các ký hiệu thông tin điều khiển riêng biệt trên Fig.55A và Fig.55B để thu được thông tin điều khiển được truyền bởi các ký hiệu này, và xuất ra tín hiệu điều khiển 710 mà bao gồm thông tin thu được.

Bộ đánh giá dao động kênh 705_1 đối với tín hiệu được điều chế z1 thu, như là các đầu vào, tín hiệu được xử lý 704_X và tín hiệu điều khiển 710, thực hiện việc đánh giá kênh trong nhóm sóng mang được yêu cầu bởi thiết bị thu (nhóm kênh mong muốn), và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 706_1.

Tương tự, bộ đánh giá dao động kênh 705_2 đối với tín hiệu được điều chế z2 thu, như là các đầu vào, tín hiệu được xử lý 704_X và tín hiệu điều khiển 710, thực hiện việc đánh giá kênh trong nhóm sóng mang được yêu cầu bởi thiết bị thu (nhóm kênh mong muốn), và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 706_2.

Tương tự, bộ đánh giá dao động kênh 705_1 đối với tín hiệu được điều chế z1 thu, như là các đầu vào, tín hiệu được xử lý 704_Y và tín hiệu điều khiển 710, thực hiện việc đánh giá kênh trong nhóm sóng mang được yêu cầu bởi thiết bị thu (nhóm kênh mong muốn), và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 708_1.

Tương tự, bộ đánh giá dao động kênh 705_2 đối với tín hiệu được điều chế z2 thu, như là các đầu vào, tín hiệu được xử lý 704_Y và tín hiệu điều khiển 710, thực hiện việc đánh giá kênh trong nhóm sóng mang được yêu cầu bởi thiết bị thu (nhóm kênh mong muốn), và xuất ra tín hiệu đánh giá kênh 708_2.

Bộ xử lý tín hiệu 711 thu, như là các đầu vào, các tín hiệu 706_1, 706_2, 708_1, 708_2, 704_X, 704_Y, và tín hiệu điều khiển 710. Dựa trên thông tin được chứa trong tín hiệu điều khiển 710 về phương pháp truyền, phương pháp điều chế, phương pháp mã hóa sửa lỗi, tốc độ mã hóa cho việc mã hóa sửa lỗi, kích cỡ khối của các mã sửa lỗi, và loại tương tự đối với các ký hiệu dữ liệu được truyền trong nhóm sóng mang mong muốn, bộ xử lý tín hiệu 711 giải điều chế và giải mã các ký hiệu dữ liệu và xuất ra dữ liệu được thu 712.

Fig.57 thể hiện cấu trúc của các bộ xử lý liên quan OFDM (5600_X, 5600_Y) trên Fig.56. Bộ chuyển đổi tần số (5701) thu, như là đầu vào, tín hiệu

được thu (5700), thực hiện chuyển đổi tần số, và xuất ra tín hiệu được chuyển đổi tần số (5702).

Bộ biến đổi Fourier (5703) thu, như là đầu vào, tín hiệu được chuyển đổi tần số (5702), thực hiện biến đổi Fourier, và xuất ra tín hiệu được biến đổi Fourier (5704).

Như được nêu trên, khi sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp OFDM, các sóng mang được chia thành các nhóm sóng mang, và phương pháp truyền được thiết lập đối với mỗi nhóm sóng mang, nhờ đó cho phép chất lượng thu và tốc độ truyền được thiết lập đối với mỗi nhóm sóng mang, mà thu được hiệu quả ưu việt của việc xây dựng hệ thống linh hoạt. Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án khác, cho phép lựa chọn phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa mang lại hiệu quả thu được chất lượng thu cao, cũng như tốc độ truyền cao, trong môi trường LOS. Trong khi trong phương án này, các phương pháp truyền mà nhóm sóng mang có thể được thiết lập thành là “hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, phương pháp MIMO sử dụng ma trận tiền mã hóa cố định, phương pháp MIMO để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mã khối thời gian-không gian, hoặc phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1”, nhưng các phương pháp truyền không bị giới hạn theo cách này. Ngoài ra, mã hóa thời gian-không gian không bị giới hạn ở phương pháp được mô tả có viện dẫn tới Fig.50, cũng không phải là phương pháp MIMO sử dụng ma trận tiền mã hóa cố định bị giới hạn ở phương pháp #2 trên Fig.49, như là cấu trúc bất kỳ với ma trận tiền mã hóa cố định là có thể chấp nhận. Trong phương án này, trường hợp của hai anten trong thiết bị truyền được mô tả, nhưng khi số lượng của anten là lớn hơn hai, các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách cho phép lựa chọn phương pháp truyền đối với mỗi nhóm sóng mang từ trong số “hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, phương pháp MIMO sử dụng ma trận tiền mã hóa cố định, phương pháp MIMO để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, mã khối thời gian-không gian, hoặc phương pháp truyền để truyền chỉ dòng s1”.

Fig.58A và Fig.58B thể hiện phương pháp cấp phát vào các nhóm sóng

mang mà khác với Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, và Fig.51. Trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, Fig.51, Fig.55A, và Fig.55B, các nhóm sóng mang được mô tả là được tạo thành bởi các nhóm của các sóng mang con. Trên Fig.58A và Fig.58B, mặt khác, các sóng mang trong nhóm sóng mang được sắp xếp rời rạc. Fig.58A và Fig.58B thể hiện ví dụ về cấu trúc khung trong các miền thời gian và tần số mà khác với Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, Fig.51, Fig.55A, và Fig.55B. Fig.58A và Fig.58B thể hiện cấu trúc khung đối với các sóng mang 1 đến H, các thời gian \$1 đến \$K. Các thành phần mà tương tự như Fig.55A và Fig.55B mang cùng các ký hiệu chỉ dẫn. Trong số các ký hiệu dữ liệu trên Fig.58A và Fig.58B, các ký hiệu “A” là các ký hiệu trong nhóm sóng mang A, các ký hiệu “B” là các ký hiệu trong nhóm sóng mang B, các ký hiệu “C” là các ký hiệu trong nhóm sóng mang C, và các ký hiệu “D” là các ký hiệu trong nhóm sóng mang D. Các nhóm sóng mang do đó có thể được thực hiện một cách tương tự bằng cách bố trí rời rạc dọc theo các sóng mang (sóng mang con), và sóng mang giống nhau không cần luôn được sử dụng trong miền thời gian. Loại bố trí này đạt được hiệu quả thu được tăng ích phân tập thời gian và tần số.

Trên Fig.47A, Fig.47B, Fig.48A, Fig.48B, Fig.51, Fig.58A, và Fig.58B, các ký hiệu thông tin điều khiển và các ký hiệu thông tin điều khiển riêng biệt được cấp phát tới cùng thời gian trong mỗi nhóm sóng mang, nhưng các ký hiệu này có thể được cấp phát tới các thời gian khác nhau. Ngoài ra, số lượng các sóng mang (sóng mang con) được sử dụng bởi nhóm sóng mang có thể thay đổi theo thời gian.

Phương án 16

Giống như phương án 10, phương án này mô tả phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng ma trận đơn nguyên khi N là số lẻ.

Trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) với 2N khe, các ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho 2N khe được biểu diễn như sau.

Phép toán 294

Phương trình 253

đối với $i = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{11}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21}(i)} & e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \pi)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$.

Phép toán 295

Phương trình 254

đối với $i = N, N + 1, N + 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$:

$$F[i] = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} \alpha \times e^{j\theta_{11}(i)} & e^{j(\theta_{11}(i) + \lambda)} \\ e^{j\theta_{21}(i)} & \alpha \times e^{j(\theta_{21}(i) + \lambda + \pi)} \end{pmatrix}$$

Đặt α là giá trị cố định (không phụ thuộc vào i), trong đó $\alpha > 0$. (Đặt α trong phương trình 253 và α trong phương trình 254 là cùng giá trị).

Từ điều kiện #5 (phép toán 106) và điều kiện #6 (phép toán 107) trong phương án 3, các điều kiện sau đây là quan trọng trong phương trình 253 để thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Phép toán 296

Điều kiện #46

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; y là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; và $x \neq y$).

Phép toán 297

Điều kiện #47

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x) - \pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y) - \pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

(x là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; y là $0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1$; và $x \neq y$).

Ngoài ra điều kiện sau đây được xem xét.

Phép toán 298

Điều kiện #48

$$\theta_{11}(x) = \theta_{11}(x + N) \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N - 2, N - 1)$$

và

$$\theta_{21}(y) = \theta_{21}(y + N) \quad \text{cho } \forall y (y = 0, 1, 2, \dots, N-2, N-1)$$

Tiếp theo, để phân phối các điểm thu kém đồng đều về pha trong mặt phẳng phức, như được mô tả trong phương án 6, điều kiện #49 và điều kiện #50 được đưa ra.

Phép toán 299

Điều kiện #49

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1) - \theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))}} = e^{j\left(\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Phép toán 300

Điều kiện #50

$$\frac{e^{j(\theta_{11}(x+1) - \theta_{21}(x+1))}}{e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))}} = e^{j\left(-\frac{2\pi}{N}\right)} \quad \text{cho } \forall x (x = 0, 1, 2, \dots, N-2)$$

Nói cách khác, điều kiện #49 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $2\pi/N$ radian. Mặt khác, điều kiện #50 nghĩa là độ chênh lệch về pha là $-2\pi/N$ radian.

Đặt $\theta_{11}(0) - \theta_{21}(0) = 0$ radian, và đặt $\alpha > 1$, sự phân phối của các điểm thu kém đối với s1 và đối với s2 trong mặt phẳng phức đối với $N = 3$ được thể hiện trên Fig.60A và Fig.60B. Rõ ràng từ Fig.60A và Fig.60B, trong mặt phẳng phức, khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s1 được giữ là lớn, và tương tự, khoảng cách giữa các điểm thu kém đối với s2 cũng được giữ là lớn. Các điều kiện tương tự được tạo ra khi $\alpha < 1$. Ngoài ra, sau khi so sánh với Fig.45A và Fig.45B trong phương án 10, với các xem xét tương tự như trong phương án 9, xác suất của khoảng cách lớn hơn giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức tăng lên khi N là số lẻ so với khi N là số chẵn. Tuy nhiên, khi N là nhỏ, ví dụ khi $N \leq 16$, khoảng cách nhỏ nhất giữa các điểm thu kém trong mặt phẳng phức có thể được đảm bảo là độ dài nào đó, do số lượng điểm thu kém là nhỏ. Do đó, khi $N \leq 16$, ngay cả nếu N là số chẵn, tồn tại các trường hợp mà chất lượng thu dữ liệu có thể được đảm

bảo.

Do đó, trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa dựa trên các phương trình 253 và 254, khi N được thiết lập là số lẻ, xác suất cải thiện chất lượng thu dữ liệu là cao. Các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[2N - 1]$ được tạo ra dựa trên các phương trình 253 và 254 (các ma trận tiền mã hóa $F[0]$ – $F[2N - 1]$ có thể theo thứ tự bất kỳ đối với $2N$ khe trong chu kỳ (chu trình)). Ký hiệu số $2N_i$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[0]$, ký hiệu số $2N_i + 1$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[1]$, ..., và ký hiệu số $2N \times i + h$ có thể được tiền mã hóa sử dụng $F[h]$, ví dụ ($h = 0, 1, 2, \dots, 2N - 2, 2N - 1$). (Trong trường hợp này, như được mô tả trong các phương án trước đó, giữa các ma trận tiền mã hóa không cần phải được chuyển đổi đều đặn). Ngoài ra, khi phương pháp điều chế cho cả s_1 và s_2 là 16QAM, nếu α được thiết lập như trong phương trình 233, hiệu quả làm tăng khoảng cách nhỏ nhất giữa $16 \times 16 = 256$ điểm tín hiệu trong mặt phẳng IQ đối với môi trường LOS cụ thể có thể thu được.

Các điều kiện sau đây có thể là các điều kiện khác với điều kiện #48:

Phép toán 301

Điều kiện #51

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x))} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y))} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; y là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; và $x \neq y$).

Phép toán 302

Điều kiện #52

$$e^{j(\theta_{11}(x) - \theta_{21}(x) - \pi)} \neq e^{j(\theta_{11}(y) - \theta_{21}(y) - \pi)} \quad \text{cho } \forall x, \forall y (x \neq y; x, y = N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1)$$

(trong đó x là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; y là $N, N+1, N+2, \dots, 2N-2, 2N-1$; và $x \neq y$).

Trong trường hợp này, bằng cách thỏa mãn điều kiện #46, điều kiện #47, điều kiện #51, và điều kiện #52, khoảng cách trong mặt phẳng phức giữa các điểm thu kém đối với s_1 được tăng lên, như là khoảng cách giữa các điểm thu kém đối

với s_2 , nhờ đó thu được chất lượng thu dữ liệu cao.

Trong phương án này, phương pháp cấu trúc $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $2N$ khe được mô tả. Trong trường hợp này, như là $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau, $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N-2], F[2N-1]$ được chuẩn bị. Trong phương án này, ví dụ về phương pháp truyền đơn sóng mang được mô tả, và do đó trường hợp về sắp xếp các ký hiệu theo thứ tự $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N-2], F[2N-1]$ trong miền thời gian (hoặc miền tần số) được mô tả. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn theo cách này, và $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[2N-2], F[2N-1]$ được tạo ra trong phương án này có thể được áp dụng tới phương pháp truyền đa sóng mang như phương pháp truyền OFDM hoặc loại tương tự. Như trong phương án 1, đối với phương pháp áp dụng trong trường hợp này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền tần số và trong miền thời gian-tần số. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) thời gian $2N$ khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng ngẫu nhiên $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, trong phương pháp chuyển đổi ma trận tiền mã hóa trên chu kỳ (chu trình) H khe (H là số tự nhiên lớn hơn số lượng khe $2N$ trong chu kỳ (chu trình) của phương pháp nêu trên để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), khi $2N$ ma trận tiền mã hóa khác nhau của phương án này được bao gồm, xác suất có chất lượng thu tốt tăng lên.

Phương án A1

Trong phương án này, dữ liệu được truyền phân cấp, và phương pháp truyền áp dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả trong các phương án từ 1 đến 16 được mô tả một cách chi tiết.

Fig.61 và Fig.62 là ví dụ, theo phương án này, về cấu hình của thiết bị truyền trong trạm phát rộng. Bộ mã hóa sửa lỗi (6101_1) đối với dòng gốc (lớp gốc) thu thông tin (6100_1) của dòng gốc (lớp gốc) như là đầu vào, thực hiện việc

mã hóa sửa lỗi, và xuất ra thông tin được mã hóa (6102_1) của dòng gốc (lớp gốc).

Bộ mã hóa sửa lỗi (6101_2) đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) thu thông tin (6100_2) của dòng nâng cao (lớp nâng cao) như là đầu vào, thực hiện việc mã hóa sửa lỗi, và xuất ra thông tin được mã hóa (6102_2) của dòng nâng cao (lớp nâng cao).

Bộ đan xen (6103_1) thu thông tin mã hóa (6102_1) của dòng gốc (lớp gốc) như là đầu vào, áp dụng việc đan xen, và xuất ra dữ liệu được mã hóa, đan xen (6104_1).

Tương tự, bộ đan xen (6103_2) thu thông tin mã hóa (6102_2) trên dòng nâng cao (lớp nâng cao) như là đầu vào, áp dụng việc đan xen, và xuất ra dữ liệu được mã hóa, đan xen (6104_2).

Bộ ánh xạ (6105_1) thu dữ liệu được mã hóa, đan xen (6104_1) và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc điều chế theo phương pháp điều chế được xác định trước dựa trên phương pháp truyền được chỉ báo bởi tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc (6106_1) (tương ứng với $s_1(t)$ (307A) trên Fig.3) và tín hiệu dải gốc (6106_2) (tương ứng với $s_2(t)$ (307B) trên Fig.3). Thông tin (6111) liên quan đến phương pháp truyền là, ví dụ, thông tin như hệ thống truyền dùng cho việc truyền phân cấp (phương pháp điều chế, phương pháp truyền, và thông tin về các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi áp dụng phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), phương pháp mã hóa sửa lỗi (loại mã hóa, tốc độ mã hóa), và loại tương tự.

Tương tự, bộ ánh xạ (6105_2) thu dữ liệu được mã hóa, đan xen (6104_2) và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc điều chế theo phương pháp điều chế được xác định trước dựa trên phương pháp truyền được chỉ báo bởi tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc (6107_1) (tương ứng với $s_1(t)$ (307A) trên Fig.3) và tín hiệu dải gốc (6107_2) (tương ứng với $s_2(t)$ (307B) trên Fig.3).

Bộ tiền mã hóa (6108_1) thu tín hiệu dải gốc (6106_1) (tương ứng với $s_1(t)$ (307A) trên Fig.3), tín hiệu dải gốc (6106_2) (tương ứng với $s_2(t)$ (307B) trên

Fig.3), và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc tiền mã hóa dựa trên phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa như được chỉ báo bởi tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6109_1) (tương ứng với $z_1(t)$ (309A) trên Fig.3) và tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6109_2) (tương ứng với $z_2(t)$ (309B) trên Fig.3).

Tương tự, bộ tiền mã hóa (6108_2) thu tín hiệu dải gốc (6107_1) (tương ứng với $s_1(t)$ (307A) trên Fig.3), tín hiệu dải gốc (6107_2) (tương ứng với $s_2(t)$ (307B) trên Fig.3), và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc tiền mã hóa dựa trên phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa như được chỉ báo bởi tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_1) (tương ứng với $z_1(t)$ (309A) trên Fig.3) và tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_2) (tương ứng với $z_2(t)$ (309B) trên Fig.3).

Trên Fig.62, bộ sắp xếp lại (6200_1) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6109_1) và tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_1) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại, và xuất ra tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa, được sắp xếp lại (6201_1).

Tương tự, bộ sắp xếp lại (6200_2) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6109_2) và tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_2) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại, và xuất ra tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa, được sắp xếp lại (6201_2).

Bộ xử lý liên quan OFDM (6202_1) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa, được sắp xếp lại (6201_1), áp dụng việc xử lý tín hiệu được mô tả trong phương án 1, và xuất ra tín hiệu truyền (6203_1). Tín hiệu truyền (6203_1) được xuất ra từ anten (6204_1).

Tương tự, bộ xử lý liên quan OFDM (6202_2) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa, được sắp xếp lại (6201_2), áp dụng việc xử lý tín hiệu được mô tả trong phương án 1, và xuất ra tín hiệu truyền (6203_2). Tín hiệu truyền (6203_2) được xuất ra từ anten (6204_2).

Fig.63 minh họa các thao tác của bộ tiền mã hóa (6108_1) trên Fig.61. Bộ tiền mã hóa (6108_1) chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, và cấu trúc và các hoạt động của bộ tiền mã hóa (6108_1) là tương tự như cấu trúc và các hoạt động của được mô tả trên Fig.3, Fig.6, Fig.22, và loại tương tự. Do Fig.61 minh họa bộ tiền mã hóa (6108_1), Fig.63 thể hiện các thao tác để tạo trọng số của dòng gốc (lớp gốc). Như được thể hiện trên Fig.63, khi bộ tiền mã hóa 6108_1 thực hiện việc tạo trọng số, tức là khi bộ tiền mã hóa 6108_1 tạo ra tín hiệu dài gốc được tiền mã hóa bằng cách thực hiện việc tiền mã hóa, $z_1(t)$ và $z_2(t)$ được tạo ra như là kết quả của việc tiền mã hóa mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Việc tiền mã hóa của dòng gốc (lớp gốc) được thiết lập thành chu kỳ (chu trình) tám khe mà trên đó ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi. Các ma trận tiền mã hóa để tạo trọng số được biểu diễn là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, $F[3]$, $F[4]$, $F[5]$, $F[6]$, và $F[7]$. Các ký hiệu trong các tín hiệu được tiền mã hóa $z_1(t)$ và $z_2(t)$ được biểu diễn là 6301 và 6302. Trên Fig.63, ký hiệu được biểu diễn là “B #X F[Y]”, mà đề cập đến ký hiệu thứ X trong dòng gốc (lớp gốc) được tiền mã hóa với ma trận tiền mã hóa $F[Y]$ (trong đó Y là số nguyên bất kỳ từ 0 đến 7).

Fig.64 minh họa các thao tác của bộ tiền mã hóa (6108_2) trên Fig.61. Bộ tiền mã hóa (6108_2) chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, và cấu trúc và các hoạt động của bộ tiền mã hóa (6108_2) là tương tự như cấu trúc và các hoạt động của được mô tả trên Fig.3, Fig.6, Fig.22, và loại tương tự. Do Fig.61 minh họa bộ tiền mã hóa (6108_2), Fig.64 thể hiện các thao tác để tạo trọng số của dòng nâng cao (lớp nâng cao). Như được thể hiện trên Fig.64, khi bộ tiền mã hóa 6108_2 thực hiện việc tạo trọng số, tức là khi bộ tiền mã hóa 6108_2 tạo ra tín hiệu dài gốc được tiền mã hóa bằng cách thực hiện việc tiền mã hóa, $z_1(t)$ và $z_2(t)$ được tạo ra như là kết quả của việc tiền mã hóa mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Việc tiền mã hóa của dòng nâng cao (lớp nâng cao) được thiết lập thành chu kỳ (chu trình) bốn khe mà trên đó ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi. Các ma trận tiền mã hóa để tạo trọng số được biểu diễn là $f[0]$, $f[1]$, $f[2]$, và $f[3]$. Các ký hiệu trong các tín hiệu được tiền mã hóa $z_1(t)$ và $z_2(t)$ được biểu diễn là 6403 và 6404. Trên Fig.64, ký hiệu được biểu diễn là “E #X f[Y]”, mà đề cập đến

ký hiệu thứ X trong dòng nâng cao (lớp nâng cao) được tiền mã hóa với ma trận tiền mã hóa $f[Y]$ (trong đó Y là số nguyên bất kỳ từ 0 đến 4).

Fig.65A và Fig.65B thể hiện phương pháp sắp xếp lại các ký hiệu trong bộ sắp xếp lại (6200_1) và bộ sắp xếp lại (6200_2) trên Fig.62. Bộ sắp xếp lại (6200_1) và bộ sắp xếp lại (6200_2) sắp xếp các ký hiệu được thể hiện trên Fig.63 và Fig.64 trong miền thời gian và tần số như được thể hiện trên Fig.65A và Fig.65B. Trong khi truyền, các ký hiệu trong cùng sóng mang (sóng mang con) và tại cùng thời điểm được truyền tại cùng tần số và tại cùng thời điểm từ các anten khác nhau. Lưu ý rằng cách sắp xếp các ký hiệu trong các miền thời gian và tần số như được thể hiện trên Fig.65A và Fig.65B chỉ là ví dụ. Các ký hiệu có thể được sắp xếp dựa trên phương pháp được mô tả trong phương án 1.

Khi dòng gốc (lớp gốc) và dòng nâng cao (lớp nâng cao) được truyền, cần thiết cho chất lượng thu của dữ liệu trong dòng gốc (lớp gốc) được tạo ra cao hơn so với chất lượng thu của dữ liệu trong dòng nâng cao (lớp nâng cao), do bản chất của của các dòng (các lớp). Do đó, như trong phương án này, khi sử dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, phương pháp điều chế khi truyền dòng gốc (lớp gốc) được thiết lập là khác với phương pháp điều chế khi truyền dòng nâng cao (lớp nâng cao). Ví dụ, có thể sử dụng một trong số các chế độ từ #1 đến #5 như trong bảng 3.

Bảng 3

Chế độ	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) gốc	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) nâng cao
Chế độ #1	QPSK	16QAM
Chế độ #2	QPSK	64QAM
Chế độ #3	QPSK	256QAM
Chế độ #4	16QAM	64QAM
Chế độ #5	16QAM	256QAM

Bằng cách thiết lập tương ứng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền dòng gốc (lớp gốc) là khác với phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền

dòng nâng cao (lớp nâng cao), có thể cho chất lượng thu của dữ liệu trong thiết bị thu được cải thiện, hoặc để đơn giản hóa cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu. Như một ví dụ, như được thể hiện trên Fig.63 và Fig.64, khi sử dụng phương pháp điều chế bởi mức điều chế (số lượng các điểm tín hiệu trong mặt phẳng IQ), có thể tốt hơn cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa là khác nhau. Do đó, phương pháp thiết lập các chu kỳ (chu trình) trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền dòng gốc (lớp gốc) là khác với các chu kỳ (chu trình) trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền dòng nâng cao (lớp nâng cao) là hiệu quả, do phương pháp này để thiết lập cải thiện chất lượng thu của dữ liệu trong thiết bị thu hoặc đơn giản hóa cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu. Ngoài ra, phương pháp cấu trúc các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền dòng gốc (lớp gốc) có thể được tạo ra khác với phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi truyền dòng nâng cao (lớp nâng cao). Do đó, phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa được thiết lập như được thể hiện trong bảng 4 đối với mỗi chế độ mà có thể được thiết lập đối với các phương pháp điều chế của các dòng (các lớp) trong bảng 3. (Trong bảng 4, A, B, C, và D chỉ báo các phương pháp chuyển đổi khác nhau giữa các ma trận tiền mã hóa).

Bảng 4

Chế độ	Dòng (lớp) gốc		Dòng (lớp) mở rộng	
	phương pháp điều chế	phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa	phương pháp điều chế	phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa
Chế độ #1	QPSK	A	16QAM	B
Chế độ #2	QPSK	A	64QAM	C

Chế độ #3	QPSK	A	256QA M	D
Chế độ #4	16QAM	B	64QAM	C
Chế độ #5	16QAM	B	256QA M	D

Do đó, trong thiết bị truyền đổi với trạm phát rộng trên Fig.61 và Fig.62, khi phương pháp điều chế được chuyển đổi trong các bộ ánh xạ (6105_1 và 6105_2), phương pháp tiền mã hóa được chuyển đổi trong các bộ tiền mã hóa (6108_1 và 6108_2). Lưu ý rằng bảng 4 chỉ là ví dụ. Phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa có thể là tương tự ngay cả nếu phương pháp điều chế là khác nhau. Ví dụ, phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa có thể là giống nhau đối với 64QAM và đối với 256QAM. Điểm quan trọng đó là có ít nhất hai phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa khi các phương pháp điều chế được hỗ trợ. Điểm này không bị giới hạn ở việc sử dụng việc truyền phân cấp; bằng cách thiết lập quan hệ nêu trên giữa phương pháp điều chế và phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa ngay cả khi không sử dụng việc truyền phân cấp, có thể cho chất lượng thu của dữ liệu trong thiết bị thu được cải thiện, hoặc làm đơn giản cấu hình của thiết bị truyền và thiết bị thu.

Có thể cho hệ thống mà không chỉ hỗ trợ việc dành riêng truyền phân cấp, mà còn hỗ trợ việc truyền không phải là phân cấp. Trong trường hợp này, khi việc truyền không phải là phân cấp, trên Fig.61 và Fig.62, các thao tác của các khối chức năng liên quan đến dòng nâng cao (lớp nâng cao) được dừng lại, và chỉ dòng gốc (lớp gốc) được truyền. Bảng 5 tương ứng với bảng 4 và thể hiện, cho trường hợp này, sự tương ứng giữa chế độ có thể được thiết lập, phương pháp điều chế, và phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa.

Bảng 5

Chế độ	Dòng (lớp) gốc		Dòng (lớp) mở rộng	
	phương	phương pháp chuyển	phương	phương pháp chuyển

	pháp điều chế	đổi giữa các ma trận tiền mã hóa	pháp điều chế	đổi giữa các ma trận tiền mã hóa
Chế độ #1	QPSK	A	16QAM	B
Chế độ #2	QPSK	A	64QAM	C
Chế độ #3	QPSK	A	256QAM	D
Chế độ #4	16QAM	B	64QAM	C
Chế độ #5	16QAM	B	256QAM	D
Chế độ #6	QPSK	A		
Chế độ #7	16QAM	B		
Chế độ #8	64QAM	C		
Chế độ #9	256QAM	D		
Chế độ #10	1024QA M	E		

Trong bảng 5, các chế độ #1–#5 là các chế độ được sử dụng cho việc truyền phân cấp, và các chế độ từ #6 đến #10 là các chế độ khi việc truyền không phải là phân cấp. Trong trường hợp này, phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa được thiết lập một cách thích hợp đối với mỗi chế độ.

Tiếp theo, các thao tác của thiết bị thu khi hỗ trợ việc truyền phân cấp được mô tả. Cấu hình của thiết bị thu trong phương án này có thể là cấu trúc trên Fig.7 được mô tả trong phương án 1. Trong trường hợp này, cấu trúc của bộ xử lý tín

hiệu 711 trên Fig.7 được thể hiện trên Fig.66.

Trên Fig.66, 6601X là tín hiệu đánh giá kênh tương ứng với tín hiệu đánh giá kênh 706_1 trên Fig.7. 6602X là tín hiệu đánh giá kênh tương ứng với tín hiệu đánh giá kênh 706_2 trên Fig.7. 6603X là tín hiệu dải góc tương ứng với tín hiệu dải góc 704_X trên Fig.7. 6604 là tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền và tương ứng với tín hiệu 710 liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền.

6601Y là tín hiệu đánh giá kênh tương ứng với tín hiệu đánh giá kênh 708_1 trên Fig.7. 6602Y là tín hiệu đánh giá kênh tương ứng với tín hiệu đánh giá kênh 708_2 trên Fig.7. 6603Y là tín hiệu dải góc tương ứng với tín hiệu dải góc 704_Y trên Fig.7.

Bộ sắp xếp tín hiệu (6605) thu các tín hiệu đánh giá kênh (6601X, 6602X, 6601Y, 6602Y), các tín hiệu dải góc (6603X, 6603Y), và tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604) như là đầu vào, và dựa trên tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604), sắp xếp đầu vào thành các tín hiệu liên quan đến dòng gốc (lớp gốc) và thông tin của dòng nâng cao (lớp nâng cao), xuất ra các tín hiệu đánh giá kênh đối với dòng gốc (6606_1, 6607_1, 6609_1, và 6610_1), các tín hiệu dải góc đối với dòng gốc (6608_1, 6611_1), các tín hiệu đánh giá kênh đối với dòng nâng cao (6606_2, 6607_2, 6609_2, và 6610_2), và các tín hiệu dải góc đối với dòng nâng cao (6608_2, 6611_2).

Bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm (6612_1) là bộ xử lý đối với dòng gốc (lớp gốc) mà thu các tín hiệu đánh giá kênh đối với dòng gốc (6606_1, 6607_1, 6609_1, và 6610_1), các tín hiệu dải góc đối với dòng gốc (6608_1, 6611_1), và tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604) như là đầu vào, đánh giá phương pháp điều chế và phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng đối với dòng gốc (lớp gốc) từ tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604), và dựa trên phương pháp điều chế và phương pháp chuyển đổi, giải mã tiền mã hóa, tính toán tỷ lệ likelihood-log đối với mỗi bit, và xuất ra tín hiệu tỷ

lệ likelihood-log (6613_1). Lưu ý rằng bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm (6612_1) thực hiện việc dò tìm và giải mã việc tiền mã hóa và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log ngay cả đối với các chế độ từ #6 đến #10 mà để không có dòng nâng cao (lớp nâng cao) tồn tại trong bảng 5.

Bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm (6612_2) là bộ xử lý đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) mà thu các tín hiệu đánh giá kênh đối với dòng nâng cao (6606_2, 6607_2, 6609_2, và 6610_2), các tín hiệu dải gốc đối với dòng nâng cao (6608_2, 6611_2), và tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604) như là đầu vào, đánh giá phương pháp điều chế và phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) từ tín hiệu liên quan đến thông tin về phương pháp truyền được chỉ báo bởi thiết bị truyền (6604), và dựa trên phương pháp điều chế và phương pháp chuyển đổi, giải mã tiền mã hóa, tính toán tỷ lệ likelihood-log đối với mỗi bit, và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log (6613_2). Lưu ý rằng các thao tác được dừng lại đối với các chế độ từ #6 đến #10 mà để không có dòng nâng cao (lớp nâng cao) tồn tại trong bảng 5.

Trong thiết bị truyền được mô tả có viện dẫn tới Fig.61 và Fig.62, chỉ phương pháp truyền phân cấp được mô tả, nhưng trong thực tế, ngoài thông tin về phương pháp truyền phân cấp, cũng cần truyền, tới thiết bị thu, thông tin liên quan đến phương pháp truyền cho việc truyền phân cấp (phương pháp điều chế, phương pháp truyền, và thông tin về các ma trận tiền mã hóa được sử dụng khi áp dụng phương pháp truyền mà chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa), phương pháp mã hóa sửa lỗi (loại mã hóa, tốc độ mã hóa), và loại tương tự. Ngoài ra, trong thiết bị thu, các ký hiệu hoa tiêu, các ký hiệu tham chiếu, và các đoạn đầu dùng cho việc đánh giá kênh (đánh giá các dao động trong kênh), đồng bộ tần số, đánh giá độ dịch vị tần số, và dò tìm tín hiệu có cấu trúc khung tồn tại trong tín hiệu được truyền riêng biệt. Lưu ý rằng điều này đúng không chỉ đối với phương án A1, mà còn đối với phương án A2 và các phương án tiếp theo.

Bộ giải đan xen (6614_1) thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log (6613_1) như là đầu vào, sắp xếp lại tín hiệu, và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log được giải đan

xen (6615_1).

Tương tự, bộ giải đan xen (6614_2) thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log (6613_2) như là đầu vào, sắp xếp lại tín hiệu, và xuất ra tín hiệu tỷ lệ likelihood-log được giải đan xen (6615_2).

Bộ giải mã (6616_1) thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log được giải đan xen (6615_1) như là đầu vào, sau đó thực hiện giải mã sửa lỗi, và xuất ra thông tin thu được (6617_1).

Tương tự, bộ giải mã (6616_2) thu tín hiệu tỷ lệ likelihood-log được giải đan xen (6615_2) như là đầu vào, sau đó thực hiện giải mã sửa lỗi, và xuất ra thông tin thu được (6617_2).

Khi chế độ truyền tồn tại, như trong bảng 5, các phương pháp sau đây là có thể có.

- Như được mô tả trong phương án 1, thiết bị truyền truyền thông tin liên quan đến các ma trận tiền mã hóa được sử dụng trong phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa. Các bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm (6612_1 và 6612_2) thu được thông tin này và giải mã tiền mã hóa.

- Như được mô tả trong phương án 7, các thiết bị truyền và thu chia sẻ thông tin trong bảng 5 trước đó, và thiết bị truyền truyền thông tin trên chế độ này. Dựa trên bảng 5, thiết bị thu đánh giá các ma trận tiền mã hóa được sử dụng trong phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa và giải mã tiền mã hóa.

Như được nêu trên, trong trường hợp của việc truyền phân cấp, sử dụng các phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa nêu trên thu được hiệu quả cải thiện chất lượng thu của dữ liệu.

Phương án này mô tả các ví dụ về các chu kỳ (chu trình) bốn khe và tám khe trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, nhưng các chu kỳ (các chu trình) không bị giới hạn theo cách này. Do đó, đối với phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe, N ma trận tiền mã hóa khác nhau là cần thiết. Trong trường hợp này, $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được chuẩn bị như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Trong phương án này, các ma trận này được mô tả là được sắp xếp trong miền tần số theo thứ tự là $F[0]$,

$F[1], F[2], \dots, F[N - 2], F[N - 1]$, nhưng cách sắp xếp này không bị giới hạn theo cách này. Với N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N - 2], F[N - 1]$ được tạo ra trong phương án này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền thời gian hoặc trong các miền thời gian/tần số như trong phương án 1. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Trong bảng 5, như là ví dụ khi việc truyền không phải là phân cấp, được mô tả rằng đối với một vài chế độ, phương pháp truyền phân cấp không được sử dụng trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, nhưng các chế độ không bị giới hạn theo cách này. Như được mô tả trong phương án 15, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, và chế độ truyền chỉ một dòng có thể tồn tại tách biệt với phương pháp truyền phân cấp được mô tả trong phương án này, và thiết bị truyền (trạm phát rộng, trạm gốc) có thể lựa chọn phương pháp truyền từ trong số các chế độ này. Trong trường hợp này, trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, và chế độ truyền chỉ một dòng, cả việc truyền mà là phân cấp và việc truyền mà không phải là phân cấp có thể được hỗ trợ. Các chế độ mà sử dụng các phương pháp truyền khác cũng có thể tồn tại. Phương án này cũng có thể được áp dụng tới phương án 15 sao cho phương pháp truyền phân cấp mà sử dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, như được mô tả trong phương án này, được sử dụng trong bất kỳ các sóng mang (sóng mang con) trong phương án 15.

Phương án A2

Trong phương án A1, phương pháp thực hiện việc truyền phân cấp với các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả. Trong phương án này, phương pháp khác để thực hiện việc truyền phân cấp được

mô tả.

Fig.67 và Fig.68 thể hiện cấu hình của thiết bị truyền khi thực hiện việc truyền phân cấp của phương án này. Các thành phần cấu thành mà tương tự như trên Fig.61 và Fig.62 được gắn cùng các ký hiệu tham chiếu. Sự khác biệt giữa Fig.67 và Fig.61 đó là bộ tiền mã hóa 6108_1 không được bố trí. Phương án này khác với phương án A1 ở chỗ dòng (lớp) gốc không được tiền mã hóa.

Trên Fig.67, bộ ánh xạ (6105_1) thu dữ liệu được mã hóa, đan xen (6104_1) và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc ánh xạ theo phương pháp điều chế được xác định trước dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc (6700).

Trên Fig.68, bộ sắp xếp lại (6200_1) thu tín hiệu dải gốc (6700), tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_1), và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được sắp xếp lại (6201_1).

Bộ sắp xếp lại (6200_2) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_2) và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được sắp xếp lại (6201_2).

Fig.69 thể hiện ví dụ về cấu trúc ký hiệu trong tín hiệu dải gốc trên Fig.67. Nhóm ký hiệu được ký hiệu 6901. Trong nhóm ký hiệu (6901), các ký hiệu được biểu diễn là “B #X”, mà đề cập đến “ký hiệu thứ X trong dòng gốc (lớp gốc)”. Lưu ý rằng cấu trúc của các ký hiệu trong dòng nâng cao (lớp nâng cao) như được thể hiện trên Fig.64.

Fig.70A và Fig.70B thể hiện phương pháp sắp xếp lại trong bộ sắp xếp lại (6200_1) và bộ sắp xếp lại (6200_2) trên Fig.68. Các ký hiệu được thể hiện trên Fig.64 và Fig.69 được sắp xếp trong miền thời gian và tần số như được thể hiện trên Fig.70A và Fig.70B. Trên Fig.70A và Fig.70B, “-” chỉ báo rằng không có ký hiệu tồn tại. Trong khi truyền, các ký hiệu trong cùng sóng mang (sóng mang con)

và tại cùng thời điểm được truyền tại cùng tần số và tại cùng thời điểm từ các anten khác nhau. Lưu ý rằng cách sắp xếp các ký hiệu trong các miền thời gian và tần số như được thể hiện trên Fig.70A và Fig.70B chỉ là ví dụ. Các ký hiệu có thể được sắp xếp dựa trên phương pháp được mô tả trong phương án 1.

Khi dòng gốc (lớp gốc) và dòng nâng cao (lớp nâng cao) được truyền, cần thiết cho chất lượng thu của dữ liệu trong dòng gốc (lớp gốc) được tạo ra cao hơn so với chất lượng thu của dữ liệu trong dòng nâng cao (lớp nâng cao), do bản chất của của các dòng (các lớp). Do đó, như trong phương án này, khi truyền dòng gốc, chất lượng thu của dữ liệu được đảm bảo bằng cách truyền sử dụng chỉ tín hiệu được điều chế z_1 (tức là mà không truyền tín hiệu được điều chế z_2). Ngược lại, khi truyền dòng nâng cao, việc truyền phân cấp được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, do việc cải thiện tốc độ truyền được ưu tiên. Ví dụ, có thể sử dụng một trong số các chế độ từ #1 đến #9 như trong bảng 6.

Bảng 6

Chế độ	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) gốc	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) nâng cao
Chế độ #1	QPSK	16QAM
Chế độ #2	QPSK	64QAM
Chế độ #3	QPSK	256QAM
Chế độ #4	16QAM	16QAM
Chế độ #5	16QAM	64QAM
Chế độ #6	16QAM	256QAM
Chế độ #7	64QAM	64QAM
Chế độ #8	64QAM	256QAM
Chế độ #9	256QAM	256QAM

Đặc điểm khác biệt của bảng 6 đó là phương pháp điều chế đối với dòng gốc (lớp gốc) và phương pháp điều chế đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) có thể

được thiết lập tương tự. Đó là bởi vì ngay cả nếu phương pháp điều chế là giống nhau, chất lượng truyền mà có thể được đảm bảo đối với dòng gốc (lớp gốc) và chất lượng truyền mà có thể được đảm bảo đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) là khác nhau, do các phương pháp truyền khác nhau được sử dụng đối với hai dòng (lớp).

Cấu hình của thiết bị truyền theo phương án này được thể hiện trên Fig.7 và Fig.66. Sự khác biệt so với các thao tác trong phương án A1 đó là bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm (6612_1) trên Fig.66 không giải mã tiền mã hóa.

Trong dòng nâng cao (lớp nâng cao), phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng. Miễn là thông tin liên quan đến phương pháp tiền mã hóa được sử dụng bởi thiết bị truyền được truyền, thiết bị thu có thể nhận dạng phương pháp tiền mã hóa được sử dụng bằng cách thu được thông tin này. Nếu các thiết bị truyền và thu chia sẻ thông tin trong bảng 6, phương pháp khác dùng cho thiết bị thu nhận dạng phương pháp tiền mã hóa được sử dụng đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) bằng cách thu được thông tin chế độ được truyền bởi thiết bị truyền. Do đó, thiết bị thu trên Fig.66 có thể thu được tỷ lệ likelihood-log đối với mỗi bit bằng cách có bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm thay đổi phương pháp xử lý tín hiệu. Lưu ý rằng các chế độ có thể được thiết lập được mô tả có viện dẫn tới bảng 6, nhưng các chế độ không bị giới hạn theo cách này. Phương án này có thể được thực hiện một cách tương tự sử dụng các chế độ đối với các phương pháp truyền được mô tả trong phương án 8 hoặc các chế độ cho các phương pháp truyền được mô tả trong các phương án tiếp theo.

Như được nêu trên, trong trường hợp của việc truyền phân cấp, sử dụng các phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa nêu trên thu được hiệu quả cải thiện chất lượng thu của dữ liệu trong thiết bị thu.

Các chu kỳ (chu trình) của việc chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa không bị giới hạn như ở phần nêu trên trong phương án này. Đối với phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe, N ma trận tiền mã hóa khác nhau là cần thiết. Trong trường hợp này, $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được chuẩn bị

như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Trong phương án này, các ma trận này được mô tả là được sắp xếp trong miền tần số theo thứ tự là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$, nhưng cách sắp xếp không bị giới hạn theo cách này. Với N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được tạo ra trong phương án này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền thời gian hoặc trong các miền thời gian/tần số như trong phương án 1. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, bảng 6 được mô tả như là các chế độ liệt kê đối với các phương pháp truyền phân cấp trong phương án này, nhưng các chế độ không bị giới hạn theo cách này. Như được mô tả trong phương án 15, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa có thể tồn tại tách biệt với phương pháp truyền phân cấp được mô tả trong phương án này, và thiết bị truyền (trạm phát rộng, trạm gốc) có thể lựa chọn phương pháp truyền từ trong số các chế độ này. Trong trường hợp này, trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, cả việc truyền mà là phân cấp và việc truyền mà không phải là phân cấp có thể được hỗ trợ. Các chế độ mà sử dụng các phương pháp truyền khác cũng có thể tồn tại. Phương án này cũng có thể được áp dụng tới phương án 15 sao cho phương pháp truyền phân cấp được mô tả trong phương án này được sử dụng trong bất kỳ các sóng mang (sóng mang con) trong phương án 15.

Phương án A3

Phương án này mô tả việc truyền phân cấp mà khác với các phương án A1 và A2.

Fig.71 và Fig.72 thể hiện cấu hình của thiết bị truyền khi thực hiện việc truyền phân cấp của phương án này. Các thành phần cấu thành mà tương tự như trên Fig.61 và Fig.62 được gắn cùng các ký hiệu tham chiếu. Sự khác biệt giữa Fig.71 và Fig.61 đó là bộ mã khối thời gian-không gian 7101 được bố trí. Phương án này khác với phương án A2 ở chỗ mã khối thời gian-không gian được thực hiện trên dòng (lớp) gốc.

Bộ mã khối thời gian-không gian (7101) (mà trong một vài trường hợp có thể là bộ mã khối tần số-không gian) trên Fig.71 thu tín hiệu dải gốc được ánh xạ (7100) và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện mã khối thời gian-không gian dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian (7102_1) (được biểu diễn là $z_1(t)$) và tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian (7102_2) (được biểu diễn là $z_2(t)$).

Trong khi được đề cập ở đây là mã khối thời gian-không gian, các ký hiệu mà được mã khối thời gian-không gian không bị giới hạn ở việc được bố trí theo thứ tự trong miền thời gian. Các ký hiệu được mã khối thời gian-không gian có thể được sắp xếp theo thứ tự trong miền tần số. Ngoài ra, các khối có thể được tạo thành với các ký hiệu trong miền thời gian và các ký hiệu trong miền tần số, và các khối có thể được sắp xếp một cách thích hợp (tức là được sắp xếp sử dụng cả trục thời gian và tần số).

Trên Fig.72, bộ sắp xếp lại (6200_1) thu tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian (7102_1), tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_1), và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được sắp xếp lại (6201_1).

Tương tự, bộ sắp xếp lại (6200_2) thu tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (7102_2), tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa (6110_2), và tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111) như là đầu vào, thực hiện việc sắp xếp lại dựa trên tín hiệu thông tin liên quan đến phương pháp truyền (6111), và xuất ra tín hiệu dải gốc được sắp xếp lại (6201_2).

Fig.73 là ví dụ về cấu trúc của các ký hiệu trong các tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian không gian (7102_1, 7102_2) được xuất ra bởi bộ mã khối thời gian-không gian (7101) trên Fig.71. Nhóm ký hiệu (7301) tương ứng với tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian (7102_1) (được biểu diễn là $z_1(t)$), và nhóm ký hiệu (7302) tương ứng với tín hiệu dải gốc được mã khối thời gian-không gian (7102_2) (được biểu diễn là $z_2(t)$).

Bộ ánh xạ (6105_1) trên Fig.71 biểu diễn các tín hiệu là $s_1, s_2, s_3, s_4, s_5, s_6, s_7, s_8, s_9, s_{10}, s_{11}, s_{12}, \dots$ theo thứ tự trong đó các tín hiệu được xuất ra. Bộ mã khối thời gian-không gian (7101) trên Fig.71 sau đó thực hiện mã khối thời gian-không gian trên s_1 và s_2 , thu được s_1, s_2, s_1^* , và $-s_2^*$ (*: liên hợp phức), mà được xuất ra như trên Fig.73. Tương tự, mã khối thời gian-không gian được thực hiện trên các tập $(s_3, s_4), (s_5, s_6), (s_7, s_8), (s_9, s_{10}), (s_{11}, s_{12}), \dots$, và các ký hiệu được sắp xếp như trên Fig.73. Lưu ý rằng mã khối thời gian-không gian không bị giới hạn ở việc mã hóa được mô tả trong phương án này; phương án này có thể được thực hiện một cách tương tự sử dụng việc mã khối thời gian-không gian khác.

Fig.74A và Fig.74B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại trong bộ sắp xếp lại (6200_1) và bộ sắp xếp lại (6200_2) trên Fig.72. Fig.74A là ví dụ về sắp xếp các ký hiệu trong tín hiệu được điều chế z_1 trong miền thời gian và miền tần số. Fig.74B là ví dụ về sắp xếp các ký hiệu trong tín hiệu được điều chế z_2 trong miền thời gian và miền tần số. Trong khi truyền, các ký hiệu trong cùng sóng mang (sóng mang con) và tại cùng thời điểm được truyền tại cùng tần số và tại cùng thời điểm từ các anten khác nhau. Đặc điểm khác biệt của Fig.74A và Fig.74B đó là các ký hiệu được mã khối thời gian-không gian được sắp xếp trong miền tần số theo thứ tự.

Fig.75A và Fig.75B thể hiện ví dụ về phương pháp sắp xếp lại trong bộ sắp xếp lại (6200_1) và bộ sắp xếp lại (6200_2) trên Fig.72. Fig.75A là ví dụ về sắp xếp các ký hiệu trong tín hiệu được điều chế z_1 trong miền thời gian và miền tần số. Fig.75B là ví dụ về sắp xếp các ký hiệu trong tín hiệu được điều chế z_2 trong miền thời gian và miền tần số. Trong khi truyền, các ký hiệu trong cùng sóng mang (sóng mang con) và tại cùng thời điểm được truyền tại cùng tần số và tại cùng thời

điểm từ các anten khác nhau. Đặc điểm khác biệt của Fig.75A và Fig.75B đó là các ký hiệu được mã khối thời gian-không gian được sắp xếp trong miền thời gian theo thứ tự.

Các ký hiệu được mã khối thời gian-không gian do đó có thể được sắp xếp trong miền tần số hoặc trong miền thời gian.

Khi dòng gốc (lớp gốc) và dòng nâng cao (lớp nâng cao) được truyền, cần thiết cho chất lượng thu của dữ liệu trong dòng gốc (lớp gốc) được tạo ra cao hơn so với chất lượng thu của dữ liệu trong dòng nâng cao (lớp nâng cao), do bản chất của của các dòng (các lớp). Do đó, như trong phương án này, khi truyền dòng gốc, chất lượng thu của dữ liệu được đảm bảo bằng cách sử dụng mã khối thời gian-không gian để thu được tăng ích phân tập. Ngược lại, khi truyền dòng nâng cao, việc truyền phân cấp được thực hiện bằng cách sử dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, do việc cải thiện tốc độ truyền được ưu tiên. Ví dụ, có thể sử dụng một trong số các chế độ từ #1 đến #9 như trong bảng 7.

Bảng 7

Chế độ	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) gốc	Phương pháp điều chế đối với dòng (lớp) nâng cao
Chế độ #1	QPSK	16QAM
Chế độ #2	QPSK	64QAM
Chế độ #3	QPSK	256QAM
Chế độ #4	16QAM	16QAM
Chế độ #5	16QAM	64QAM
Chế độ #6	16QAM	256QAM
Chế độ #7	64QAM	64QAM
Chế độ #8	64QAM	256QAM
Chế độ #9	256QAM	256QAM

Đặc điểm khác biệt của bảng 7 đó là phương pháp điều chế đối với dòng gốc (lớp gốc) và phương pháp điều chế đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) có thể được thiết lập tương tự. Đó là bởi vì ngay cả nếu phương pháp điều chế là giống

nhau, chất lượng truyền mà có thể được đảm bảo đối với dòng gốc (lớp gốc) và chất lượng truyền mà có thể được đảm bảo đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) là khác nhau, do các phương pháp truyền khác nhau được sử dụng đối với hai dòng (lớp).

Lưu ý rằng các chế độ từ #1 đến #9 trong bảng 7 là các chế độ cho việc truyền phân cấp, nhưng các chế độ mà không phải cho việc truyền phân cấp cũng có thể được hỗ trợ. Trong phương án này, một chế độ cho mã khối thời gian-không gian và một chế độ để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa có thể tồn tại là các chế độ mà không phải cho việc truyền phân cấp, và khi hỗ trợ các chế độ cho việc truyền phân cấp trong bảng 7, thiết bị truyền và thiết bị thu của phương án này có thể dễ dàng thiết lập chế độ thành một chế độ cho mã khối thời gian-không gian hoặc một chế độ để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Ngoài ra, trong dòng nâng cao (lớp nâng cao), phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được sử dụng. Miễn là thông tin liên quan đến phương pháp tiền mã hóa được sử dụng bởi thiết bị truyền được truyền, thiết bị thu có thể nhận dạng phương pháp tiền mã hóa được sử dụng bằng cách thu được thông tin này. Nếu các thiết bị truyền và thu chia sẻ thông tin trong bảng 7, phương pháp khác dùng cho thiết bị thu nhận dạng phương pháp tiền mã hóa được sử dụng đối với dòng nâng cao (lớp nâng cao) bằng cách thu được thông tin chế độ được truyền bởi thiết bị truyền. Do đó, thiết bị thu trên Fig.66 có thể thu được tỷ lệ likelihood-log đối với mỗi bit bằng cách có bộ tính toán tỷ lệ likelihood-log và dò tìm thay đổi phương pháp xử lý tín hiệu. Lưu ý rằng các chế độ có thể được thiết lập được mô tả có viện dẫn tới bảng 7, nhưng các chế độ không bị giới hạn theo cách này. Phương án này có thể được thực hiện một cách tương tự sử dụng các chế độ đối với các phương pháp truyền được mô tả trong phương án 8 hoặc các chế độ cho các phương pháp truyền được mô tả trong các phương án tiếp theo.

Như được nêu trên, trong trường hợp của việc truyền phân cấp, sử dụng các phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa nêu trên thu được hiệu quả cải thiện chất lượng thu của dữ liệu trong thiết bị thu.

Các chu kỳ (chu trình) của việc chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa

trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa không bị giới hạn như ở phần nêu trên trong phương án này. Đối với phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe, N ma trận tiền mã hóa khác nhau là cần thiết. Trong trường hợp này, $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được chuẩn bị như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Trong phương án này, các ma trận này được mô tả là được sắp xếp trong miền tần số theo thứ tự của $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$, nhưng cách sắp xếp này không bị giới hạn theo cách này. Với N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được tạo ra trong phương án này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền thời gian hoặc trong các miền thời gian/tần số như trong phương án 1. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, bảng 7 được mô tả là các chế độ liệt kê đối với các phương pháp truyền phân cấp trong phương án này, nhưng các chế độ không bị giới hạn theo cách này. Như được mô tả trong phương án 15, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa có thể tồn tại một cách riêng biệt với phương pháp truyền phân cấp được mô tả trong phương án này, và thiết bị truyền (trạm phát rộng, trạm gốc) có thể lựa chọn phương pháp truyền từ trong số các chế độ này. Trong trường hợp này, trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, cả việc truyền mà là phân cấp và việc truyền mà không phải là phân cấp có thể được hỗ trợ. Các chế độ mà sử dụng các phương pháp truyền khác cũng có thể tồn tại. Phương án này cũng có thể được áp dụng tới phương án 15 sao cho phương pháp truyền phân cấp được mô tả trong phương án này được sử dụng trong bất kỳ

các sóng mang (sóng mang con) trong phương án 15.

Phương án A4

Phương án này mô tả, một cách chi tiết, phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa khi sử dụng mã hóa khối như được thể hiện trong tài liệu không phải sáng chế 12 đến tài liệu không phải sáng chế 15, như mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp gần vòng (Quasi-Cyclic Low-Density Parity-Check, viết tắt là QC-LDPC) (hoặc mã LDPC ngoài mã QC-LDPC), mã ghép bao gồm mã LDPC và mã Bose-Chaudhuri-Hocquenghem (BCH), hoặc loại tương tự. Phương án này mô tả ví dụ về việc truyền hai dòng, s1 và s2. Tuy nhiên, đối với trường hợp mã hóa sử dụng các mã khối, khi thông tin điều khiển và loại tương tự là không cần thiết, số lượng bit trong khối được mã hóa khớp với số lượng bit tạo thành mã khối (thông tin điều khiển hoặc loại tương tự được liệt kê dưới đây có thể, tuy nhiên, được chứa trong đó). Đối với trường hợp mã hóa sử dụng các mã khối, khi thông tin điều khiển hoặc loại tương tự (như kiểm tra dư vòng (CRC), các tham số truyền, hoặc loại tương tự) là cần thiết, số lượng bit trong khối được mã hóa là tổng của số lượng bit tạo thành mã khối và số lượng bit trong thông tin điều khiển hoặc loại tương tự.

Fig.76 thể hiện cải biến về số lượng ký hiệu và số lượng khe cần thiết cho một khối được mã hóa khi sử dụng mã khối. Fig.76 “thể hiện cải biến về số lượng ký hiệu và số lượng khe cần thiết cho một khối được mã hóa khi sử dụng mã khối” đối với trường hợp khi, ví dụ như được thể hiện trong thiết bị truyền trên Fig.4, hai dòng, s1 và s2, được truyền, và thiết bị truyền có một bộ mã hóa. (Trong trường hợp này, phương pháp truyền có thể là truyền đơn sóng mang, hoặc đa sóng mang như OFDM). Như được thể hiện trên Fig.76, số lượng bit cấu thành một khối mà được mã hóa bằng mã khối được thiết lập là 6.000. Để truyền 6.000 bit này, 3.000 ký hiệu được yêu cầu khi phương pháp điều chế là QPSK, 1.500 khi phương pháp điều chế là 16QAM, và 1.000 khi phương pháp điều chế là 64QAM.

Do thiết bị truyền trên Fig.4 truyền đồng thời hai dòng, 1.500 trong số 3.000 ký hiệu khi phương pháp điều chế là QPSK được cấp phát tới s1, và 1.500 tới s2. Do đó, 1.500 khe (thuật ngữ “khe” được sử dụng ở đây) được yêu cầu để truyền

1.500 ký hiệu được truyền trong s1 và 1.500 ký hiệu được truyền trong s2.

Vì lý do tương tự, khi phương pháp điều chế là 16QAM, 750 khe là cần thiết để truyền tất cả các bit cấu thành một khối được mã hóa, và khi phương pháp điều chế là 64QAM, 500 khe là cần thiết để truyền tất cả các bit cấu thành một khối.

Phần sau đây mô tả quan hệ giữa các khe được xác định nêu trên và các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa.

Ở đây, số lượng ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được thiết lập là năm. Nói cách khác, năm ma trận tiền mã hóa khác nhau được chuẩn bị cho bộ tạo trọng số trong thiết bị truyền trên Fig.4. Năm ma trận tiền mã hóa khác nhau này được biểu diễn là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, $F[3]$, và $F[4]$.

Khi phương pháp điều chế là QPSK, trong số 1.500 khe được nêu trên để truyền 6.000 bit cấu thành một khối được mã hóa, cần thiết cho 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$. Đó là vì nếu việc sử dụng các ma trận tiền mã hóa bị chênh lệch, chất lượng thu của dữ liệu bị ảnh hưởng lớn bởi ma trận tiền mã hóa mà được sử dụng với số lần lớn hơn.

Khi phương pháp điều chế là 16QAM, trong số 750 khe được nêu trên để truyền 6.000 bit cấu thành một khối được mã hóa, cần thiết cho 150 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 150 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 150 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 150 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 150 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$.

Khi phương pháp điều chế là 64QAM, trong số 500 khe được nêu trên để truyền 6.000 bit cấu thành một khối được mã hóa, cần thiết cho 100 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 100 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 100 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 100 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 100 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$.

Như được nêu trên, trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận

tiền mã hóa, nếu có N ma trận tiền mã hóa khác nhau (được biểu diễn là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, và $F[N - 1]$), khi truyền tất cả các bit cấu thành một khối được mã hóa, điều kiện #53 sẽ được thỏa mãn, trong đó K_0 là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, K_1 là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, K_i là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[i]$ ($i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$), và K_{N-1} là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[N - 1]$.

Điều kiện #53

$K_0 = K_1 = \dots = K_i = \dots = K_{N-1}$, tức là $K_a = K_b$ (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b, = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Nếu hệ thống truyền thông hỗ trợ các phương pháp điều chế, và phương pháp điều chế mà được sử dụng được lựa chọn từ trong số các phương pháp điều chế được hỗ trợ, sau đó phương pháp điều chế mà để Điều kiện #53 được thỏa mãn sẽ được lựa chọn.

Khi các phương pháp điều chế được hỗ trợ, điển hình cho số lượng bit mà có thể được truyền trong một ký hiệu thay đổi từ phương pháp này sang phương pháp khác (mặc dù cũng có thể cho số lượng bit là giống nhau), và do đó một vài phương pháp điều chế có thể không thỏa mãn điều kiện #53. Trong trường hợp này, thay vì Điều kiện #53, điều kiện sau đây sẽ được thỏa mãn.

Điều kiện #54

Độ chênh lệch giữa K_a và K_b là 0 hoặc 1, tức là $|K_a - K_b|$ là 0 hoặc 1 (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b, = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Fig.77 thể hiện cải biến về số lượng ký hiệu và số lượng khe cần thiết cho một khối được mã hóa khi sử dụng mã khối. Fig.77 “thể hiện cải biến về số lượng ký hiệu và số lượng khe cần thiết cho một khối được mã hóa khi sử dụng mã khối” đối với trường hợp khi, ví dụ như được thể hiện trong thiết bị truyền trên Fig.3 và trên Fig.13, hai dòng được truyền, tức là s_1 và s_2 , và thiết bị truyền có hai bộ mã hóa. (Trong trường hợp này, phương pháp truyền có thể là hoặc truyền đơn sóng mang, hoặc truyền đa sóng mang như OFDM).

Như được thể hiện trên Fig.77, số lượng bit cấu thành một khối mà được mã hóa bằng mã khối được thiết lập là 6.000. Để truyền 6.000 bit này, 3.000 ký hiệu

được yêu cầu khi phương pháp điều chế là QPSK, 1.500 khi phương pháp điều chế là 16QAM, và 1.000 khi phương pháp điều chế là 64QAM.

Thiết bị truyền trên Fig.3 hoặc trên Fig.13 truyền hai dòng một cách đồng thời, và do hai bộ mã hóa được bố trí, các mã khối khác nhau được truyền trong hai dòng. Do đó, khi phương pháp điều chế là QPSK, hai khối được mã hóa được truyền trong s1 và s2 trong cùng khoảng thời gian. Ví dụ, khối được mã hóa thứ nhất được truyền trong s1, và khối được mã hóa thứ hai được truyền trong s2, và do đó, 3.000 khe được yêu cầu để truyền các khối được mã hóa thứ nhất và thứ hai

Vì lý do tương tự, khi phương pháp điều chế là 16QAM, 1.500 khe là cần thiết để truyền tất cả các bit cấu thành hai khối được mã hóa, và khi phương pháp điều chế là 64QAM, 1.000 khe là cần thiết để truyền tất cả các bit cấu thành hai khối.

Phần sau đây mô tả quan hệ giữa các khe được xác định nêu trên và các ma trận tiền mã hóa trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Ở đây, số lượng ma trận tiền mã hóa được chuẩn bị cho phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được thiết lập là năm. Nói cách khác, năm ma trận tiền mã hóa khác nhau được chuẩn bị cho bộ tạo trọng số trong thiết bị truyền trên Fig.3 hoặc trên Fig.13. Năm ma trận tiền mã hóa khác nhau này được biểu diễn là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, $F[3]$, và $F[4]$.

Khi phương pháp điều chế là QPSK, trong số 3.000 khe được nêu trên để truyền 6.000×2 bit cấu thành hai khối được mã hóa, cần thiết cho 600 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 600 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 600 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 600 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 600 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$. Đó là vì nếu việc sử dụng các ma trận tiền mã hóa bị chênh lệch, chất lượng thu của dữ liệu bị ảnh hưởng lớn bởi ma trận tiền mã hóa mà được sử dụng với số lần lớn hơn.

Để truyền khối được mã hóa thứ nhất, cần thiết để cho khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$ xuất hiện 600 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$

xuất hiện 600 lần. Để truyền khối được mã hóa thứ hai, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ sẽ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ sẽ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$ sẽ xuất hiện 600 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$ sẽ xuất hiện 600 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$ sẽ xuất hiện 600 lần.

Tương tự, khi phương pháp điều chế là 16QAM, trong số 1.500 khe được nêu trên để truyền 6.000×2 bit cấu thành hai khối được mã hóa, cần thiết cho 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 300 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$.

Để truyền khối được mã hóa thứ nhất, cần thiết để cho khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$ xuất hiện 300 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$ xuất hiện 300 lần. Để truyền khối được mã hóa thứ hai, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ sẽ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ sẽ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$ sẽ xuất hiện 300 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$ sẽ xuất hiện 300 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$ sẽ xuất hiện 300 lần.

Tương tự, khi phương pháp điều chế là 64QAM, trong số 1.000 khe được nêu trên để truyền 6.000×2 bit cấu thành hai khối được mã hóa, cần thiết cho 200 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$, 200 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$, 200 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$, 200 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$, và 200 khe để sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$.

Để truyền khối được mã hóa thứ nhất, cần thiết để cho khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ xuất hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ xuất hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[2]$ xuất hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[3]$ xuất hiện 200 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[4]$ xuất hiện 200 lần. Để truyền khối được mã hóa thứ hai, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[0]$ sẽ xuất hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa $F[1]$ sẽ xuất

hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[2] sẽ xuất hiện 200 lần, khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[3] sẽ xuất hiện 200 lần, và khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[4] sẽ xuất hiện 200 lần.

Như được nêu trên, trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, nếu có N ma trận tiền mã hóa khác nhau (được biểu diễn là F[0], F[1], F[2], ..., F[N - 2], và F[N - 1]), khi truyền tất cả các bit cấu thành hai khối được mã hóa, điều kiện #55 sẽ được thỏa mãn, trong đó K_0 là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[0], K_1 là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[1], K_i là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[i] ($i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$), và K_{N-1} là số lượng khe sử dụng ma trận tiền mã hóa F[N - 1].

Điều kiện #55

$K_0 = K_1 = \dots = K_i = \dots = K_{N-1}$, tức là $K_a = K_b$ (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b, = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Khi truyền tất cả các bit cấu thành khối được mã hóa thứ nhất, điều kiện #56 sẽ được thỏa mãn, trong đó $K_{0,1}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[0] được sử dụng, $K_{1,1}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[1] được sử dụng, $K_{i,1}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[i] được sử dụng ($i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$), và $K_{N-1,1}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[N - 1] được sử dụng.

Điều kiện #56

$K_{0,1} = K_{1,1} = \dots = K_{i,1} = \dots = K_{N-1,1}$, tức là $K_{a,1} = K_{b,1}$ (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b, = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Khi truyền tất cả các bit cấu thành khối được mã hóa thứ hai, điều kiện #57 sẽ được thỏa mãn, trong đó $K_{0,2}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[0] được sử dụng, $K_{1,2}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[1] được sử dụng, $K_{i,2}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[i] được sử dụng ($i = 0, 1, 2, \dots, N - 1$), và $K_{N-1,2}$ là số lần ma trận tiền mã hóa F[N - 1] được sử dụng.

Điều kiện #57

$K_{0,2} = K_{1,2} = \dots = K_{i,2} = \dots = K_{N-1,2}$, tức là $K_{a,2} = K_{b,2}$ (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b, = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Nếu hệ thống truyền thông hỗ trợ các phương pháp điều chế, và phương

pháp điều chế mà được sử dụng được lựa chọn từ trong số các phương pháp điều chế được hỗ trợ, và phương pháp điều chế được lựa chọn tốt nhất thỏa mãn các điều kiện #55, #56, và #57.

Khi các phương pháp điều chế được hỗ trợ, điển hình cho số lượng bit mà có thể được truyền trong một ký hiệu thay đổi từ phương pháp này sang phương pháp khác (mặc dù cũng có thể cho số lượng bit là giống nhau), và do đó một vài phương pháp điều chế có thể không thỏa mãn các điều kiện #55, #56, và #57. Trong trường hợp này, thay vì Các điều kiện #55, #56, và #57, các điều kiện sau đây sẽ được thỏa mãn.

Điều kiện #58

Độ chênh lệch giữa K_a và K_b là 0 hoặc 1, tức là $|K_a - K_b|$ là 0 hoặc 1 (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Điều kiện #59

Độ chênh lệch giữa $K_{a,1}$ và $K_{b,1}$ là 0 hoặc 1, tức là $|K_{a,1} - K_{b,1}|$ là 0 hoặc 1 (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Điều kiện #60

Độ chênh lệch giữa $K_{a,2}$ và $K_{b,2}$ là 0 hoặc 1, tức là $|K_{a,2} - K_{b,2}|$ là 0 hoặc 1 (đối với $\forall a, \forall b$, trong đó $a, b = 0, 1, 2, \dots, N - 1$, và $a \neq b$).

Việc kết hợp các khối được mã hóa với các ma trận tiền mã hóa theo cách này loại bỏ độ chênh lệch trong các ma trận tiền mã hóa mà được sử dụng để truyền các khối được mã hóa, nhờ đó thu được hiệu quả của cải thiện chất lượng thu dữ liệu bởi thiết bị thu.

Tất nhiên có ưu tiên loại bỏ độ chênh lệch giữa các ma trận tiền mã hóa mà được sử dụng; cũng có ưu tiên, khi N ma trận tiền mã hóa được lưu trữ trong thiết bị truyền, thực hiện việc tiền mã hóa sử dụng tất cả N ma trận tiền mã hóa, và thực hiện việc tiền mã hóa sử dụng N ma trận tiền mã hóa một cách đồng đều. Trong trường hợp này, “một cách đồng đều” đề cập đến độ chênh lệch giữa số lần lớn nhất mà một trong số các ma trận tiền mã hóa được sử dụng và số lần nhỏ nhất mà một trong số các ma trận tiền mã hóa được sử dụng là không quá một, như được nêu trên.

Ngoài ra, trong khi ưu tiên sử dụng tất cả N ma trận tiền mã hóa, miễn là chất lượng thu tại điểm thu tại mỗi vị trí là đồng đều nhất có thể, việc tiền mã hóa có thể được thực hiện mà không sử dụng tất cả N ma trận tiền mã hóa được lưu trữ, mà đúng hơn là chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sau khi loại bỏ số lượng nào đó ma trận tiền mã hóa. Khi loại bỏ các ma trận tiền mã hóa, tuy nhiên, cần phải phải loại bỏ một cách đồng đều để đảm bảo chất lượng thu tại điểm thu tại mỗi vị trí. Loại bỏ các ma trận tiền mã hóa một cách đồng đều nghĩa là nếu, ví dụ, tám ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, $F[3]$, $F[4]$, $F[5]$, $F[6]$, $F[7]$, và $F[8]$ được chuẩn bị, các ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[2]$, $F[4]$, và $F[6]$ được sử dụng, hoặc nếu mười sáu ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[14]$, và $F[15]$ được chuẩn bị, các ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[4]$, $F[8]$, và $F[12]$ được sử dụng. Nếu mười sáu ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[14]$, và $F[15]$ được chuẩn bị, các ma trận tiền mã hóa cũng có thể được xem là được loại bỏ một cách đồng đều nếu các ma trận tiền mã hóa $F[0]$, $F[2]$, $F[4]$, $F[6]$, $F[8]$, $F[10]$, $F[12]$, và $F[14]$ được sử dụng.

Trong phương án này, trong phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, N ma trận tiền mã hóa khác nhau là cần thiết cho phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe. Trong trường hợp này, $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được chuẩn bị như là N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Các ma trận tiền mã hóa này có thể được sắp xếp trong miền tần số theo thứ tự là $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$, nhưng cách sắp xếp không bị giới hạn theo cách này. Với N ma trận tiền mã hóa khác nhau $F[0]$, $F[1]$, $F[2]$, ..., $F[N - 2]$, $F[N - 1]$ được tạo ra trong phương án này, các trọng số tiền mã hóa có thể được chuyển đổi bằng cách sắp xếp các ký hiệu trong miền thời gian hoặc trong các miền thời gian/tần số như trong phương án 1. Lưu ý rằng phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa với chu kỳ (chu trình) N khe được mô tả, nhưng các hiệu quả tương tự có thể thu được bằng cách sử dụng N ma trận tiền mã hóa khác nhau. Nói cách khác, N ma trận tiền mã hóa khác nhau không cần thiết phải được sử dụng trong chu kỳ (chu trình) tuần tự.

Ngoài ra, như được mô tả trong phương án 15, hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định,

phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa có thể tồn tại, và thiết bị truyền (trạm phát rộng, trạm gốc) có thể lựa chọn phương pháp truyền từ trong số các chế độ này. Trong trường hợp này, trong hệ thống MIMO ghép kênh theo không gian, hệ thống MIMO trong đó các ma trận tiền mã hóa là cố định, phương pháp mã khối thời gian-không gian, chế độ truyền chỉ một dòng, và các chế độ cho các phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa, có ưu tiên thực hiện phương án này trong các sóng mang (sóng mang con) mà phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được lựa chọn.

Phương án B1

Phần sau đây mô tả ví dụ cấu trúc về ứng dụng các phương pháp truyền và các phương pháp thu được thể hiện trong các phương án nêu trên và hệ thống sử dụng ứng dụng này.

Fig.78 thể hiện ví dụ về cấu hình của hệ thống mà bao gồm các thiết bị thực hiện các phương pháp truyền và các phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên. Phương pháp truyền và phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên được thực hiện trong hệ thống phát rộng số 7800, như được thể hiện trên Fig.78, mà bao gồm trạm phát rộng 7801 và các dạng của thiết bị thu như tivi 7811, bộ ghi DVD 7812, hộp chuyển đổi (Set Top Box, viết tắt là STB) 7813, máy tính 7820, tivi lắp trong xe 7841, và điện thoại di động 7830. Cụ thể, trạm phát rộng 7801 truyền dữ liệu được ghép kênh, trong đó dữ liệu video, dữ liệu audio, và loại tương tự được ghép kênh, sử dụng các phương pháp truyền trong các phương án nêu trên trên dải phát rộng được xác định trước.

Anten (ví dụ, các anten 7810 và 7840) được bố trí bên trong mỗi thiết bị thu, hoặc được bố trí bên ngoài và được kết nối tới thiết bị thu, thu tín hiệu được truyền từ trạm phát rộng 7801. Mỗi thiết bị thu thu được dữ liệu ghép kênh bằng cách sử dụng các phương pháp thu trong các phương án nêu trên để giải điều chế tín hiệu được thu bởi anten. Theo cách này, hệ thống phát rộng số 7800 thu được các hiệu quả của sáng chế được mô tả trong các phương án nêu trên.

Dữ liệu video được chứa trong dữ liệu ghép kênh được mã hóa bằng phương pháp mã hóa ảnh động theo tiêu chuẩn như Nhóm các chuyên gia ảnh động (Moving Picture Experts Group, viết tắt là MPEG) 2, MPEG4 mã hóa video cải tiến (Advanced Video Coding, viết tắt là AVC), VC-1, hoặc loại tương tự. Dữ liệu audio được chứa trong dữ liệu ghép kênh được mã hóa bằng phương pháp mã hóa audio theo tiêu chuẩn như Dolby Audio Coding (AC)-3, Dolby Digital Plus, Meridian Lossless Packing (MLP), hệ thống rạp hát số (Digital Theater System, viết tắt là DTS), DTS-HD, điều chế mã xung (Pulse Coding Modulation, viết tắt là PCM), hoặc loại tương tự.

Fig.79 là hình vẽ minh họa cấu trúc ví dụ của thiết bị thu 7900 để thực hiện các phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên. Như được thể hiện trên Fig.79, một ví dụ về cấu hình của thiết bị thu 7900 để cấu hình bộ môđem như là một LSI (hoặc một bộ chip) và để cấu hình bộ mã hóa như là LSI (hoặc bộ chip) riêng biệt. Thiết bị thu 7900 được thể hiện trên Fig.79 tương ứng với thành phần mà được chứa, ví dụ, trong tivi 7811, bộ ghi DVD 7812, STB 7813, máy tính 7820, tivi lắp trong xe 7841, điện thoại di động 7830, hoặc loại tương tự được minh họa trên Fig.78. Thiết bị thu 7900 bao gồm bộ điều hướng 7901, để biến đổi tín hiệu tần số cao được thu bởi anten 7960 thành tín hiệu dải gốc, và bộ giải điều chế 7902, để giải điều chế dữ liệu ghép kênh từ tín hiệu dải gốc thu được bằng việc chuyển đổi tần số. Các phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên được thực hiện trong bộ giải điều chế 7902, do đó thu được các hiệu quả của sáng chế được mô tả trong các phương án nêu trên.

Thiết bị thu 7900 bao gồm bộ xuất nhập dòng 7903, bộ xử lý tín hiệu 7904, bộ xuất audio 7906, và bộ hiển thị video 7907. Bộ xuất/nhập dòng 7903 giải ghép kênh dữ liệu video và audio từ dữ liệu ghép kênh thu được bởi bộ giải điều chế 7902. Bộ xử lý tín hiệu 7904 giải mã dữ liệu video được giải ghép kênh thành tín hiệu video sử dụng phương pháp giải mã ảnh động thích hợp và giải mã dữ liệu audio được giải ghép kênh thành tín hiệu audio sử dụng phương pháp giải mã audio thích hợp. Bộ xuất audio 7906, như loa, tạo ra audio được xuất ra theo tín hiệu audio được giải mã. Bộ hiển thị video 7907, như màn hình hiển thị, tạo ra

video được xuất ra theo tín hiệu video được giải mã.

Ví dụ, người dùng có thể thao tác thiết bị điều khiển từ xa 7950 để lựa chọn kênh (chương trình TV hoặc phát rộng audio), để thông tin chỉ báo kênh được lựa chọn được truyền tới bộ nhập thao tác 7910. Phản hồi lại, thiết bị thu 7900 giải điều chế, từ trong số các tín hiệu thu được bằng anten 7960, tín hiệu được mang trên kênh được lựa chọn và áp dụng giải mã sửa lỗi, để dữ liệu thu được tách. Lúc này, thiết bị thu 7900 thu các ký hiệu điều khiển được chứa trong tín hiệu tương ứng với kênh được lựa chọn và chứa thông tin chỉ báo phương pháp truyền (phương pháp truyền, phương pháp điều chế, phương pháp sửa lỗi, và loại tương tự trong các phương án nêu trên) của tín hiệu (một cách chính xác như được mô tả trong các phương án từ A1 đến A4, và như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.41). Với thông tin này, thiết bị thu 7900 có thể tạo ra các thiết lập thích hợp đối với các thao tác thu, phương pháp giải điều chế, phương pháp giải mã sửa lỗi, và loại tương tự để thu chính xác dữ liệu được chứa trong các ký hiệu dữ liệu được truyền từ trạm phát rộng (trạm gốc). Mặc dù phần mô tả nêu trên đề cập đến ví dụ trong đó người dùng lựa chọn kênh sử dụng thiết bị điều khiển từ xa 7950, phần mô tả tương tự cũng có thể áp dụng tới ví dụ trong đó người dùng lựa chọn kênh sử dụng bàn phím lựa chọn được bố trí trên thiết bị thu 7900.

Với cấu trúc nêu trên, người dùng có thể xem chương trình phát rộng mà thiết bị thu 7900 thu bởi các phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên.

Thiết bị thu 7900 theo phương án này có thể còn bao gồm bộ (ổ) ghi 7908 để ghi dữ liệu khác nhau trên vật ghi, như đĩa từ, đĩa quang, hoặc bộ nhớ bán dẫn bất biến. Các ví dụ về dữ liệu được ghi bởi bộ ghi 7908 bao gồm dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh mà thu được như là kết quả của việc giải điều chế và sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902, dữ liệu tương đương với dữ liệu này (ví dụ, dữ liệu thu được bằng cách nén dữ liệu), và dữ liệu thu được bằng cách xử lý các ảnh động và/hoặc audio. (Lưu ý rằng có thể có trường hợp mà không giải mã sửa lỗi được áp dụng tới tín hiệu thu được như là kết quả của việc giải điều chế bởi bộ giải điều chế 7902 và trong đó thiết bị thu 7900 còn thực hiện việc xử lý tín hiệu sau khi giải

mã sửa lỗi. Điều tương tự được duy trì trong phần mô tả sau đây trong đó cách diễn đạt tương tự xuất hiện). Lưu ý rằng thuật ngữ “đĩa quang” được sử dụng ở đây đề cập đến vật ghi, như Đĩa đa năng số (Digital Versatile Disc, viết tắt là DVD) hoặc BD (Blu-ray Disc – Đĩa bluray), mà có thể đọc và ghi được với việc sử dụng chùm laze. Ngoài ra, thuật ngữ “đĩa từ” được sử dụng ở đây đề cập đến vật ghi, như đĩa mềm (Floppy Disk, viết tắt là FD, nhãn hiệu được đăng ký) hoặc đĩa cứng, mà có thể ghi được bằng cách từ hóa lớp nền từ bằng từ thông. Ngoài ra, thuật ngữ “bộ nhớ bán dẫn bất biến” đề cập đến vật ghi, như bộ nhớ flash hoặc bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên sắt điện, bao gồm (các) thành phần bán dẫn. Các ví dụ cụ thể của bộ nhớ bán dẫn bất biến bao gồm thẻ SD sử dụng bộ nhớ flash và ổ đĩa trạng thái rắn (Solid State Drive, viết tắt là SSD) dạng flash. Nên được đánh giá một cách tự nhiên rằng các loại cụ thể của các vật ghi được đề cập ở đây chỉ là các ví dụ, và bất kỳ loại khác của các vật ghi có thể được sử dụng.

Với cấu trúc nêu trên, người dùng có thể ghi chương trình phát rộng mà thiết bị thu 7900 thu bằng bất kỳ trong số các phương pháp thu được mô tả trong các phương án nêu trên, và việc xem định thời chương trình phát rộng được ghi là có thể tại thời điểm bất kỳ sau khi phát rộng.

Trong phần mô tả nêu trên của thiết bị thu 7900, bộ ghi 7908 ghi dữ liệu được ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Tuy nhiên, bộ ghi 7908 có thể ghi một phần dữ liệu được tách từ dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh. Ví dụ, dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 có thể chứa các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu, ngoài dữ liệu video và dữ liệu audio. Trong trường hợp này, dữ liệu được ghép kênh mới có thể được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu video và dữ liệu audio, mà không có các nội dung của dịch vụ phát rộng, được tách từ dữ liệu ghép kênh được giải điều chế bởi bộ giải điều chế 7902, và bộ ghi 7908 có thể ghi dữ liệu được ghép kênh được tạo ra mới. Ngoài ra, dữ liệu được ghép kênh mới có thể được tạo ra bằng cách ghép kênh cả dữ liệu video và dữ liệu audio được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902, và bộ

ghi 7908 có thể ghi dữ liệu được ghép kênh được tạo ra mới. Bộ ghi 7908 cũng có thể ghi các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu được chứa, như được nêu trên, trong dữ liệu ghép kênh.

Thiết bị thu 7900 được mô tả trong phương án này có thể được chứa trong tivi, bộ ghi (như bộ ghi DVD, bộ ghi Blu-ray, bộ ghi HDD, bộ ghi thẻ SD, hoặc loại tương tự), hoặc điện thoại di động. Trong trường hợp này, dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 có thể chứa dữ liệu để sửa lỗi (bug) trong phần mềm được sử dụng để thao tác tivi hoặc bộ ghi hoặc trong phần mềm được sử dụng để ngăn ngừa việc bộc lộ thông tin tin cậy hoặc cá nhân. Nếu dữ liệu được chứa, dữ liệu này được cài đặt trên tivi hoặc bộ ghi để sửa các lỗi phần mềm. Ngoài ra, nếu dữ liệu để sửa lỗi (bug) trong phần mềm được cài đặt trong thiết bị thu 7900 được chứa, dữ liệu này được sử dụng để sửa các lỗi mà thiết bị thu 7900 có thể có. Cách bố trí này đảm bảo sự hoạt động ổn định hơn của TV, bộ ghi, hoặc điện thoại di động trong đó thiết bị thu 7900 được lắp đặt.

Lưu ý rằng có thể là bộ xuất/nhập dòng 7903 mà điều khiển việc tách dữ liệu từ toàn bộ dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 và ghép kênh dữ liệu được tách. Cụ thể hơn, dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển không được minh họa trên các hình vẽ, như CPU, bộ xuất/nhập dòng 7903 giải ghép kênh dữ liệu video, dữ liệu audio, các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu v.v. từ dữ liệu ghép kênh được giải điều chế bởi bộ giải điều chế 7902, tách các đoạn dữ liệu cụ thể từ dữ liệu được ghép kênh, và ghép kênh các đoạn dữ liệu được tách để tạo ra dữ liệu ghép kênh mới. Các đoạn dữ liệu được tách từ dữ liệu được giải ghép kênh có thể được xác định bởi người dùng hoặc được xác định trước đối với các loại tương ứng của các vật ghi.

Với cấu trúc nêu trên, thiết bị thu 7900 có thể tách và ghi chỉ dữ liệu cần thiết để xem chương trình phát rộng được ghi, mà là hiệu quả để làm giảm kích cỡ của dữ liệu được ghi.

Trong phần mô tả nêu trên, bộ ghi 7908 ghi dữ liệu được ghép kênh thu

được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Ngoài ra, tuy nhiên, bộ ghi 7908 có thể ghi dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu video mới thu được bằng cách mã hóa dữ liệu video gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Ở đây, phương pháp mã hóa ảnh động được sử dụng có thể khác với phương pháp được sử dụng để mã hóa dữ liệu video gốc, để kích cỡ dữ liệu và tốc độ bit của dữ liệu video mới là nhỏ hơn so với dữ liệu video gốc. Ở đây, phương pháp mã hóa ảnh động được sử dụng để tạo ra dữ liệu video mới có thể là của tiêu chuẩn khác với tiêu chuẩn được sử dụng để tạo ra dữ liệu video gốc. Ngoài ra, phương pháp mã hóa ảnh động tương tự có thể được sử dụng nhưng với các tham số khác. Tương tự, bộ ghi 7908 có thể ghi dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu audio mới thu được bằng cách mã hóa dữ liệu audio gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Ở đây, phương pháp mã hóa audio được sử dụng có thể khác với phương pháp được sử dụng để mã hóa dữ liệu audio gốc, sao cho kích cỡ dữ liệu và tốc độ bit của dữ liệu audio mới là nhỏ hơn dữ liệu audio gốc.

Quy trình chuyển đổi dữ liệu video hoặc audio gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 thành dữ liệu video hoặc audio có kích cỡ dữ liệu hoặc tốc độ bit khác được thực hiện, ví dụ, bởi bộ xuất/nhập dòng 7903 và bộ xử lý tín hiệu 7904. Cụ thể hơn, dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển như CPU, bộ xuất/nhập dòng 7903 giải ghép kênh dữ liệu video, dữ liệu audio, các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu v.v. từ dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển, bộ xử lý tín hiệu 7904 chuyển đổi dữ liệu video và dữ liệu audio được giải ghép kênh một cách tương ứng sử dụng phương pháp mã hóa ảnh động và phương pháp mã hóa audio đều khác với phương pháp mà được sử dụng trong việc chuyển đổi được áp dụng để thu được dữ liệu video và audio. Dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển, bộ xuất/nhập dòng 7903 ghép kênh

dữ liệu video và dữ liệu audio được chuyển đổi mới để tạo ra dữ liệu ghép kênh mới. Lưu ý rằng bộ xử lý tín hiệu 7904 có thể điều khiển việc chuyển đổi của hoặc dữ liệu audio hoặc dữ liệu video hoặc cả hai theo các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển. Ngoài ra, các kích cỡ của dữ liệu video và dữ liệu audio thu được bằng cách mã hóa có thể được chỉ rõ bởi người dùng hoặc được xác định trước đối với các loại của các vật ghi.

Với cách bố trí nêu trên, thiết bị thu 7900 có thể ghi dữ liệu video và audio sau khi chuyển đổi dữ liệu thành kích cỡ có thể ghi được trên vật ghi hoặc thành kích cỡ hoặc tốc độ bit mà khớp với tốc độ ghi hoặc đọc của bộ ghi 7908. Cách bố trí này cho phép bộ ghi ghi chính xác chương trình, ngay cả nếu kích cỡ có thể ghi được trên vật ghi là nhỏ hơn so với kích cỡ dữ liệu của dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902, hoặc nếu tốc độ mà tại đó bộ ghi ghi hoặc đọc là thấp hơn tốc độ của dữ liệu ghép kênh. Do đó, việc xem định thời chương trình được ghi bởi người dùng là có thể tại thời điểm bất kỳ sau khi phát rộng.

Ngoài ra, thiết bị thu 7900 còn bao gồm giao diện (IF) xuất dòng 7909 để truyền dữ liệu được ghép kênh được giải điều chế bởi bộ giải điều chế 7902 tới thiết bị bên ngoài thông qua môi trường truyền 7930. Trong một ví dụ, IF xuất dòng 7909 có thể là thiết bị truyền thông vô tuyến mà truyền dữ liệu ghép kênh thông qua phương tiện không dây (tương đương với môi trường truyền 7930) tới thiết bị bên ngoài bằng cách điều chế dữ liệu ghép kênh với phương pháp truyền thông không dây theo tiêu chuẩn truyền thông không dây như Wi-Fi (nhãn hiệu được đăng ký, tập các tiêu chuẩn bao gồm IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, và IEEE 802.11n), WiGiG, Wireless HD, Bluetooth, ZigBee, hoặc loại tương tự. IF xuất dòng 7909 cũng có thể là thiết bị truyền thông có dây mà truyền dữ liệu ghép kênh thông qua đường dây truyền (tương đương với môi trường truyền 7930) được kết nối vật lý tới IF xuất dòng 7909 tới thiết bị bên ngoài, điều chế dữ liệu ghép kênh sử dụng phương pháp truyền thông theo các tiêu chuẩn truyền thông có dây, như Ethernet, bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, viết tắt là USB), truyền thông đường điện (Power Line Communication, viết tắt là

PLC), hoặc giao diện đa phương tiện phân giải cao (High-Definition Multimedia Interface, viết tắt là HDMI).

Với cấu trúc nêu trên, người dùng có thể sử dụng, trên thiết bị bên ngoài, dữ liệu được ghép kênh được thu bởi thiết bị thu 7900 sử dụng phương pháp thu được mô tả theo các phương án nêu trên. Việc sử dụng dữ liệu được ghép kênh bởi người dùng được đề cập ở đây bao gồm việc sử dụng của dữ liệu ghép kênh để xem thời gian thực trên thiết bị bên ngoài, việc ghi dữ liệu ghép kênh bởi bộ ghi được chứa trong thiết bị bên ngoài, và việc truyền dữ liệu ghép kênh từ thiết bị bên ngoài tới thiết bị bên ngoài khác.

Trong phần mô tả nêu trên của thiết bị thu 7900, IF xuất dòng 7909 xuất ra dữ liệu được ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Tuy nhiên, thiết bị thu 7900 có thể xuất ra dữ liệu được tách từ dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh, ngoài toàn bộ dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh. Ví dụ, dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 có thể chứa các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu, ngoài dữ liệu video và dữ liệu audio. Trong trường hợp này, IF xuất dòng 7909 có thể xuất ra dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu video và audio được tách từ dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Trong ví dụ khác, IF xuất dòng 7909 có thể xuất ra dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh cả dữ liệu video và dữ liệu audio được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902.

Lưu ý rằng có thể là bộ xuất/nhập dòng 7903 mà điều khiển việc tách dữ liệu từ toàn bộ dữ liệu được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 và ghép kênh dữ liệu được tách. Cụ thể hơn, dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển không được minh họa trên các hình vẽ, như bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, viết tắt là CPU), bộ xuất/nhập dòng 7903 giải ghép kênh dữ liệu video, dữ liệu audio, các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu v.v. từ dữ liệu ghép kênh được

giải điều chế bởi bộ giải điều chế 7902, tách các đoạn dữ liệu cụ thể từ dữ liệu được ghép kênh, và ghép kênh các đoạn dữ liệu được tách để tạo ra dữ liệu ghép kênh mới. Các đoạn dữ liệu được tách từ dữ liệu được giải ghép kênh có thể được xác định bởi người dùng hoặc được xác định trước đối với các loại tương ứng của IF xuất dòng 7909.

Với cấu trúc nêu trên, thiết bị thu 7900 có thể tách và xuất ra chỉ dữ liệu cần thiết cho thiết bị bên ngoài, mà là hiệu quả để làm giảm tải thông được sử dụng để xuất ra dữ liệu ghép kênh.

Trong phần mô tả nêu trên, IF xuất dòng 7909 xuất ra dữ liệu được ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Ngoài ra, tuy nhiên, IF xuất dòng 7909 có thể xuất ra dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu video mới thu được bằng cách mã hóa dữ liệu video gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Dữ liệu video mới được mã hóa bằng phương pháp mã hóa ảnh động khác với phương pháp mà được sử dụng để mã hóa dữ liệu video gốc, để kích cỡ dữ liệu và tốc độ bit của dữ liệu video mới là nhỏ hơn so với dữ liệu video gốc. Ở đây, phương pháp mã hóa ảnh động được sử dụng để tạo ra dữ liệu video mới có thể là của tiêu chuẩn khác với tiêu chuẩn được sử dụng để tạo ra dữ liệu video gốc. Ngoài ra, phương pháp mã hóa ảnh động tương tự có thể được sử dụng nhưng với các tham số khác. Tương tự, IF xuất dòng 7909 có thể xuất ra dữ liệu được ghép kênh mới được tạo ra bằng cách ghép kênh dữ liệu audio mới thu được bằng cách mã hóa dữ liệu audio gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Dữ liệu audio mới được mã hóa bằng phương pháp mã hóa audio mà khác với phương pháp được sử dụng để mã hóa dữ liệu audio gốc, sao cho kích cỡ dữ liệu và tốc độ bit của dữ liệu audio mới là nhỏ hơn dữ liệu audio gốc.

Quy trình chuyển đổi dữ liệu video hoặc audio gốc được chứa trong dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 thành dữ liệu video hoặc audio có kích cỡ dữ liệu hoặc tốc độ

bit khác được thực hiện, ví dụ, bởi bộ xuất/nhập dòng 7903 và bộ xử lý tín hiệu 7904. Cụ thể hơn, dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển, bộ xuất/nhập dòng 7903 giải ghép kênh dữ liệu video, dữ liệu audio, các nội dung của dịch vụ phát rộng dữ liệu v.v. từ dữ liệu ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển, bộ xử lý tín hiệu 7904 chuyển đổi dữ liệu video và dữ liệu audio được giải ghép kênh một cách tương ứng sử dụng phương pháp mã hóa ảnh động và phương pháp mã hóa audio đều khác với phương pháp mà được sử dụng trong việc chuyển đổi được áp dụng để thu được dữ liệu video và audio. Dưới các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển, bộ xuất/nhập dòng 7903 ghép kênh dữ liệu video và dữ liệu audio được chuyển đổi mới để tạo ra dữ liệu ghép kênh mới. Lưu ý rằng bộ xử lý tín hiệu 7904 có thể thực hiện việc chuyển đổi hoặc dữ liệu video hoặc dữ liệu audio hoặc cả hai theo các chỉ dẫn được đưa ra từ bộ điều khiển. Ngoài ra, các kích cỡ của dữ liệu video và dữ liệu audio thu được bằng việc chuyển đổi có thể được chỉ rõ bởi người dùng hoặc được xác định trước đối với các loại của IF xuất dòng 7909.

Với cấu trúc nêu trên, thiết bị thu 7900 có thể xuất ra dữ liệu audio và video sau khi chuyển đổi dữ liệu thành tốc độ bit mà khớp với tốc độ truyền giữa thiết bị thu 7900 và thiết bị bên ngoài. Cách bố trí này đảm bảo rằng ngay cả nếu dữ liệu được ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902 có tốc độ bit cao hơn so với tốc độ truyền dữ liệu tới thiết bị bên ngoài, IF xuất dòng xuất ra chính xác dữ liệu được ghép kênh mới tại tốc độ bit thích hợp tới thiết bị bên ngoài. Do đó, người dùng có thể sử dụng dữ liệu được ghép kênh mới trên thiết bị truyền thông khác.

Ngoài ra, thiết bị thu 7900 còn bao gồm giao diện xuất cảnh nhìn và audio (sau đây, IF xuất AV) 7911 mà xuất ra các tín hiệu video và audio được giải mã bởi bộ xử lý tín hiệu 7904 tới thiết bị bên ngoài thông qua môi trường truyền phía ngoài. Trong một ví dụ, IF xuất AV 7911 có thể là thiết bị truyền thông vô tuyến mà truyền các tín hiệu video và audio được điều chế thông qua môi trường vô tuyến tới thiết bị bên ngoài, sử dụng phương pháp truyền thông vô tuyến theo các

tiêu chuẩn truyền thông vô tuyến, như Wi-Fi (nhãn hiệu được đăng ký), mà là tập các tiêu chuẩn bao gồm IEEE 802.11a, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, và IEEE 802.11n, WiGiG, Wireless HD, Bluetooth, ZigBee, hoặc loại tương tự. Trong ví dụ khác, IF xuất dòng 7909 có thể là thiết bị truyền thông có dây mà truyền các tín hiệu video và audio được điều chế thông qua đường dây truyền được kết nối vật lý tới IF xuất dòng 7909 tới thiết bị bên ngoài, sử dụng phương pháp truyền thông theo các tiêu chuẩn truyền thông có dây, như Ethernet, USB, PLC, HDMI, hoặc loại tương tự. Trong ví dụ khác, IF xuất dòng 7909 có thể là thiết bị đầu cuối cho việc kết nối cáp để xuất ra các tín hiệu audio và video dưới dạng tín hiệu tương tự.

Với cấu trúc nêu trên, người dùng được cho phép sử dụng, trên thiết bị bên ngoài, các tín hiệu video và audio được giải mã bởi bộ xử lý tín hiệu 7904.

Ngoài ra, thiết bị thu 7900 còn bao gồm bộ nhập thao tác 7910 để thu thao tác người dùng. Các tín hiệu điều khiển mà chỉ báo về các thao tác của người dùng được đưa vào bộ nhập thao tác 7910, thiết bị thu 7900 thực hiện các thao tác khác nhau, như chuyển đổi nguồn ON (bật) hoặc OFF (tắt), chuyển đổi kênh thu, chuyển đổi hiển thị của văn bản phụ đề ON hoặc OFF, chuyển đổi hiển thị của văn bản phụ đề thành ngôn ngữ khác, thay đổi âm lượng của audio được xuất ra của bộ xuất audio 7906, và thay đổi các thiết lập của các kênh mà có thể được thu.

Ngoài ra, thiết bị thu 7900 có thể có chức năng hiển thị mức anten chỉ báo chất lượng của tín hiệu được thu bởi thiết bị thu 7900. Lưu ý rằng mức anten là chỉ báo về chất lượng thu được tính toán dựa trên, ví dụ, chỉ báo cường độ tín hiệu thu, Chỉ báo cường độ tín hiệu thu (RSSI), cường độ trường thu, Tỷ lệ công suất sóng mang trên tạp âm (Carrier-to-Noise, viết tắt là C/N), tỷ lệ lỗi bit (Bit Error Rate, viết tắt là BER), tỷ lệ lỗi gói, tỷ lệ lỗi khung, và thông tin trạng thái kênh của tín hiệu được thu trên thiết bị thu 7900. Nói cách khác, mức anten là tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu. Trong trường hợp này, bộ giải điều chế 7902 còn bao gồm bộ đo lường chất lượng thu để đo lường các đặc tính tín hiệu thu, như RSSI, cường độ trường thu, C/N, BER, tỷ lệ lỗi gói, tỷ lệ lỗi khung, và thông tin trạng thái kênh. Phản hồi lại thao tác người dùng, thiết bị thu 7900 hiển thị mức anten (tức là, tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) trên bộ hiển thị

video 7907 theo cách có thể nhận dạng được bởi người dùng. Mức anten (tức là, tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) có thể được hiển thị bằng số sử dụng số mà biểu diễn RSSI, cường độ trường thu, C/N, BER, tỷ lệ lỗi gói, tỷ lệ lỗi khung, thông tin trạng thái kênh hoặc loại tương tự. Ngoài ra, mức anten có thể được hiển thị sử dụng ảnh biểu diễn RSSI, cường độ trường thu, C/N, BER, tỷ lệ lỗi gói, tỷ lệ lỗi khung, thông tin trạng thái kênh hoặc loại tương tự. Ngoài ra, thiết bị thu 7900 có thể hiển thị các mức anten (các tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) được tính toán đối với mỗi dòng s1, s2, ... được thu và được tách biệt sử dụng các phương pháp thu được thể hiện trong các phương án nêu trên, hoặc một mức anten (tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) được tính toán từ các dòng s1, s2, Khi dữ liệu video và dữ liệu audio cấu thành chương trình được truyền phân cấp, thiết bị thu 7900 cũng có thể hiển thị mức tín hiệu (tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) đối với mỗi mức phân cấp.

Với cấu trúc nêu trên, các người dùng có thể biết được mức anten (tín hiệu chỉ báo mức và chất lượng của tín hiệu thu) bằng số hoặc hình ảnh trong khi thu với các phương pháp thu được thể hiện trong các phương án nêu trên.

Mặc dù thiết bị thu 7900 được nêu trên là có bộ xuất audio 7906, bộ hiển thị video 7907, bộ ghi 7908, IF xuất dòng 7909, và IF xuất AV 7911, không cần thiết cho thiết bị thu 7900 phải có tất cả các bộ này. Miễn là thiết bị thu 7900 được bố trí với ít nhất một trong số các bộ phận được nêu trên, người dùng có thể sử dụng dữ liệu được ghép kênh thu được như là kết quả của việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi bởi bộ giải điều chế 7902. Thiết bị thu 7900 do đó có thể bao gồm bất kỳ kết hợp của các bộ phận nêu trên phụ thuộc vào mục đích sử dụng của nó.

Dữ liệu được ghép kênh

Phần sau đây là mô tả chi tiết về cấu trúc ví dụ của dữ liệu được ghép kênh. Cấu trúc dữ liệu điển hình được sử dụng trong việc phát rộng là dòng truyền tải (TS) MPEG2, do đó phần mô tả sau đây được đưa ra bằng ví dụ liên quan đến MPEG2-TS. Nên được đánh giá một cách tự nhiên, tuy nhiên, rằng cấu trúc dữ liệu của dữ liệu ghép kênh được truyền bởi các phương pháp truyền và thu được mô tả

trong các phương án nêu trên không bị giới hạn ở MPEG2-TS và các hiệu quả của các phương án nêu trên thu được ngay cả nếu cấu trúc dữ liệu khác được sử dụng.

Fig.80 là hình vẽ minh họa cấu trúc dữ liệu ghép kênh dùng làm ví dụ. Như được minh họa trên Fig.80, dữ liệu ghép kênh thu được bằng cách ghép kênh một hoặc nhiều hơn các dòng cơ bản, mà là các thành phần cấu thành chương trình phát rộng (chương trình hoặc sự kiện mà là một phần của chương trình) đang được cung cấp thông qua các dịch vụ tương ứng. Các ví dụ về các dòng cơ bản bao gồm dòng video, dòng audio, dòng đồ họa trình diễn (Presentation Graphics, viết tắt là PG), và dòng đồ họa tương tác (Interactive Graphics, viết tắt là IG). Trong trường hợp mà chương trình phát rộng được mang bởi dữ liệu ghép kênh là phim ảnh, các dòng video biểu diễn video chính và video phụ của phim, các dòng audio biểu diễn audio chính của phim và audio phụ được kết hợp với audio chính, và dòng PG biểu diễn các phụ đề của phim. Thuật ngữ “video chính” được sử dụng ở đây liên quan đến các ảnh video thường được trình diễn trên màn hình, trong khi “video phụ” liên quan đến các ảnh video (ví dụ, các ảnh của văn bản giải thích tóm tắt của phim) được trình diễn trong cửa sổ nhỏ được chèn vào trong các ảnh video. Dòng IG biểu diễn hiển thị tương tác được tạo cấu thành bằng cách biểu diễn các thành phần GUI trên màn hình.

Mỗi dòng được chứa trong dữ liệu ghép kênh được nhận dạng bởi số nhận dạng được gọi là PID được gán duy nhất tới dòng. Ví dụ, dòng video mang các ảnh video chính của phim được gán với “0x1011”, mỗi dòng audio được gán với một trong số “0x1100” đến “0x111F” khác nhau, mỗi dòng PG được gán với một trong số “0x1200” đến “0x121F” khác nhau, mỗi dòng IG được gán với một trong số “0x1400” đến “0x141F” khác nhau, mỗi dòng video mang các ảnh video phụ của phim được gán với một trong số “0x1B00” đến “0x1B1F” khác nhau, mỗi dòng audio của audio phụ được kết hợp với audio chính được gán với một trong số “0x1A00” đến “0x1A1F” khác nhau.

Fig.81 là hình vẽ minh họa ví dụ về làm thế nào các dòng tương ứng được ghép kênh thành dữ liệu ghép kênh. Đầu tiên, dòng video 8101 bao gồm các khung video được chuyển đổi thành chuỗi gói PES 8102 và sau đó thành chuỗi gói TS

8103, trong khi dòng audio 8104 bao gồm các khung audio được chuyển đổi thành chuỗi gói PES 8105 và sau đó thành chuỗi gói TS 8106. Tương tự, dòng PG 8111 đầu tiên được chuyển đổi thành chuỗi gói PES 8112 và sau đó thành chuỗi gói TS 8113, trong khi dòng IG 8114 được chuyển đổi thành chuỗi gói PES 8115 và sau đó thành chuỗi gói TS 8116. Dữ liệu ghép kênh 8117 thu được bằng cách ghép kênh các chuỗi gói TS (8103, 8106, 8113 và 8116) thành một dòng.

Fig.82 minh họa chi tiết làm thế nào dòng video được chia thành chuỗi của các gói PES. Trên Fig.82, hàng thứ nhất thể hiện chuỗi của các khung video được chứa trong dòng video. Hàng thứ hai thể hiện chuỗi của các gói PES. Như được chỉ báo bởi các mũi tên yy1, yy2, yy3, và yy4 được thể hiện trên Fig.82, các đơn vị trình diễn video, đó là các ảnh I, các ảnh B, và các ảnh P, của dòng video được lưu trữ một cách tách biệt vào các tải tin của các gói PES trên cơ sở từng ảnh. Mỗi gói PES có đoạn đầu PES và đoạn đầu PES lưu trữ dấu thời gian trình diễn (PTS) và dấu thời gian giải mã (DTS) chỉ báo thời gian hiển thị và thời gian giải mã của ảnh tương ứng.

Fig.83 minh họa định dạng của gói TS được ghi thực sự là dữ liệu được ghép kênh. Gói TS là gói có độ dài cố định là 188 byte và có 4 byte đoạn đầu TS chứa thông tin như PID nhận dạng dòng và 184 byte tải tin TS mang dữ liệu thực tế. Các gói PES nêu trên được phân chia để được lưu trữ vào các tải tin TS của các gói TS. Trong trường hợp của BD-ROM, mỗi gói TS được gắn với TP_Extra_Header 4 byte để tạo thành gói nguồn 192 byte, mà được ghi như là dữ liệu được ghép kênh. TP_Extra_Header chứa thông tin như Arrival_Time_Stamp (ATS). ATS chỉ báo thời điểm để bắt đầu truyền gói TS tới bộ lọc PID của bộ giải mã. Như được thể hiện trên hàng thấp nhất trên Fig.83, dữ liệu được ghép kênh bao gồm chuỗi của các gói nguồn đều mang số gói nguồn (Source Packet Number, viết tắt là SPN), mà là số tăng tuần tự từ lúc bắt đầu của dữ liệu ghép kênh.

Ngoài các gói TS lưu trữ các dòng như các dòng video, audio, và PG, dữ liệu ghép kênh cũng bao gồm các gói TS lưu trữ bảng kết hợp chương trình (PAT), bảng ánh xạ chương trình (PMT), và Tham chiếu nhịp chương trình (PCR). PAT trong dữ liệu được ghép kênh chỉ báo PID của PMT được sử dụng trong dữ liệu

ghép kênh, và PID của PAT là “0”. PMT bao gồm các PID nhận dạng các dòng tương ứng, như video, audio và các phụ đề, được chứa trong dữ liệu ghép kênh và thông tin đặc tính (tốc độ khung, tỷ lệ co, và loại tương tự) của các dòng được nhận dạng bởi các PID tương ứng. Ngoài ra, PMT bao gồm các loại khác nhau của nhãn mô tả liên quan đến dữ liệu ghép kênh. Một trong số các nhãn mô tả này có thể là thông tin điều khiển sao chép chỉ báo việc sao chép dữ liệu ghép kênh có được phép hay không. PCR bao gồm thông tin để đồng bộ đồng hồ thời gian đến (Arrival Time Clock, viết tắt là ATC), mà là trục thời gian của ATS, với đồng hồ thời gian hệ thống (System Time Clock, viết tắt là STC), mà là trục thời gian của PTS và DTS. Cụ thể hơn, gói PCR bao gồm thông tin chỉ báo thời gian STC tương ứng với các ATS mà tại đó gói PCR được truyền.

Fig.84 là hình vẽ minh họa cấu trúc dữ liệu của PMT một cách chi tiết. PMT bắt đầu với đoạn đầu PMT chỉ báo độ dài của dữ liệu được chứa trong PMT. Theo sau đoạn đầu PMT, các nhãn mô tả liên quan đến dữ liệu ghép kênh được bố trí. Một ví dụ về nhãn mô tả được chứa trong PMT là thông tin điều khiển sao chép nêu trên. Sau các nhãn mô tả, các đoạn thông tin dòng liên quan đến các dòng tương ứng được chứa trong dữ liệu ghép kênh được sắp xếp. Mỗi đoạn của thông tin dòng bao gồm các nhãn mô tả dòng chỉ báo loại dòng nhận dạng loại mã nén được sử dụng cho dòng tương ứng, PID của dòng, và thông tin đặc tính (tốc độ khung, tỷ lệ co, và loại tương tự) của dòng. PMT bao gồm số lượng nhãn mô tả dòng bằng với số lượng dòng được chứa trong dữ liệu ghép kênh.

Khi được ghi trên vật ghi, ví dụ, dữ liệu ghép kênh được ghi cùng với tệp thông tin dữ liệu ghép kênh.

Fig.85 là hình vẽ minh họa cấu trúc của tệp thông tin dữ liệu ghép kênh. Như được minh họa trên Fig.85, tệp thông tin dữ liệu ghép kênh là thông tin quản lý của dữ liệu ghép kênh tương ứng và bao gồm thông tin dữ liệu ghép kênh, thông tin đặc tính dòng, và sơ đồ mục nhập. Lưu ý rằng các tệp thông tin dữ liệu ghép kênh và dữ liệu ghép kênh là trong quan hệ một-một.

Như được minh họa trên Fig.85, thông tin dữ liệu ghép kênh bao gồm tốc độ hệ thống, thời điểm bắt đầu phát lại, và thời điểm kết thúc phát lại. Tốc độ hệ

thông chỉ báo tốc độ truyền lớn nhất của dữ liệu ghép kênh tới bộ lọc PID của bộ giải mã đích hệ thống, mà được mô tả sau đây. Dữ liệu ghép kênh bao gồm các ATS tại các khoảng được thiết lập để không vượt quá tốc độ hệ thống. Thời điểm bắt đầu phát lại được thiết lập là thời điểm được chỉ rõ bởi PTS của khung video thứ nhất trong dữ liệu ghép kênh, trong khi thời điểm kết thúc phát lại được thiết lập là thời điểm được tính toán bằng cách thêm khoảng phát lại của một khung vào PTS của khung video cuối cùng trong dữ liệu ghép kênh.

Fig.86 minh họa cấu trúc của thông tin đặc tính dòng được chứa trong tệp thông tin dữ liệu ghép kênh. Như được minh họa trên Fig.86, thông tin đặc tính dòng bao gồm các đoạn thông tin đặc tính của các dòng tương ứng được chứa trong dữ liệu ghép kênh, và mỗi đoạn thông tin đặc tính được ghi bằng PID tương ứng. Tức là, các đoạn thông tin đặc tính khác nhau được cấp cho các dòng khác nhau, là dòng video, dòng audio, dòng PG, và dòng IG. Thông tin đặc tính dòng video chỉ báo loại mã nén được sử dụng để nén dòng video, các độ phân giải của các ảnh riêng biệt cấu thành dòng video, tỷ lệ co, tốc độ khung, và v.v.. Thông tin đặc tính dòng audio chỉ báo loại mã nén được sử dụng để nén dòng audio, số lượng kênh được chứa trong dòng audio, ngôn ngữ của dòng audio, tần số lấy mẫu, và v.v. Các đoạn thông tin này được sử dụng để khởi tạo bộ giải mã trước khi được phát lại bởi máy chơi.

Trong phương án này, từ trong số các đoạn thông tin được chứa trong dữ liệu ghép kênh, loại dòng được chứa trong PMT được sử dụng. Trong trường hợp mà dữ liệu ghép kênh được ghi trên vật ghi, thông tin đặc tính dòng video được chứa trong tệp thông tin dữ liệu ghép kênh được sử dụng. Cụ thể hơn, thiết bị và phương pháp mã hóa ảnh động được mô tả trong bất kỳ phương án nêu trên có thể được sửa đổi để bao gồm thêm bước hoặc bộ thiết lập đoạn thông tin cụ thể trong loại dòng được chứa trong PMT hoặc trong thông tin đặc tính dòng video. Đoạn thông tin cụ thể để chỉ báo rằng dữ liệu video được tạo ra bởi thiết bị và phương pháp mã hóa ảnh động được mô tả trong phương án. Với cấu trúc nêu trên, dữ liệu video được tạo ra bởi thiết bị và phương pháp mã hóa ảnh động được mô tả trong bất kỳ phương án nêu trên là khác biệt với dữ liệu video theo các tiêu chuẩn khác.

Fig.87 minh họa cấu trúc ví dụ của thiết bị xuất audio và video 8700 mà bao gồm thiết bị thu 8704 để thu tín hiệu được điều chế mang dữ liệu video và audio hoặc dữ liệu cho việc phát rộng dữ liệu từ trạm phát rộng (trạm gốc). Lưu ý rằng cấu hình của thiết bị thu 8704 tương ứng với thiết bị thu 7900 được minh họa trên Fig.79. Thiết bị xuất audio và video 8700 được cài đặt hệ điều hành (OS), ví dụ, và ngoài ra với bộ truyền thông 8706 (thiết bị cho mạng vùng cục bộ (Local Area Network, viết tắt là LAN) vô tuyến hoặc Ethernet, ví dụ) để thiết lập kết nối Internet. Với cấu trúc này, siêu văn bản (World Wide Web (WWW)) 8703 được cung cấp qua Internet có thể được hiển thị trên vùng hiển thị 8701 cùng với các ảnh 8702 được tái tạo trên vùng hiển thị 8701 từ dữ liệu video và audio hoặc dữ liệu được cung cấp bởi phát rộng dữ liệu. Bằng cách thao tác thiết bị điều khiển từ xa (mà có thể là điện thoại di động hoặc bàn phím) 8707, người dùng có thể tạo ra lựa chọn trên các ảnh 8702 được tái tạo từ dữ liệu được cung cấp bằng cách phát rộng dữ liệu hoặc siêu văn bản 8703 được cung cấp qua Internet để thay đổi hoạt động của thiết bị xuất audio và video 8700. Ví dụ, bằng cách thao tác thiết bị điều khiển từ xa để tạo ra lựa chọn trên siêu văn bản 8703 được cung cấp qua Internet, người dùng có thể thay đổi địa chỉ WWW đang được hiển thị thành địa chỉ khác. Ngoài ra, bằng cách thao tác thiết bị điều khiển từ xa 8707 để tạo ra lựa chọn trên các ảnh 8702 được tái tạo từ dữ liệu video hoặc audio hoặc dữ liệu được cung cấp bởi phát rộng dữ liệu, người dùng có thể truyền thông tin chỉ báo kênh được lựa chọn (như chương trình phát rộng được lựa chọn hoặc phát rộng audio). Phản hồi lại, giao diện (IF) 8705 thu được thông tin được truyền từ thiết bị điều khiển từ xa, sao cho thiết bị thu 8704 thao tác để thu được dữ liệu thu bằng việc giải điều chế và sửa lỗi của tín hiệu được mang trên kênh được lựa chọn. Lúc này, thiết bị thu 8704 thu các ký hiệu điều khiển được chứa trong tín hiệu tương ứng với kênh được lựa chọn và chứa thông tin chỉ báo phương pháp truyền của tín hiệu (một cách chính xác như được mô tả trong các phương án từ A1 đến A4, và như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.41). Với thông tin này, thiết bị thu 8704 có thể tạo ra các thiết lập thích hợp đối với các thao tác thu, phương pháp giải điều chế, phương pháp giải mã sửa lỗi, và loại tương tự để thu chính xác dữ liệu được chứa trong các

ký hiệu dữ liệu được truyền từ trạm phát rộng (trạm gốc). Mặc dù phần mô tả nêu trên đề cập đến ví dụ trong đó người dùng lựa chọn kênh sử dụng thiết bị điều khiển từ xa 8707, phần mô tả tương tự cũng có thể áp dụng tới ví dụ trong đó người dùng lựa chọn kênh sử dụng bàn phím lựa chọn được bố trí trên thiết bị xuất audio và video 8700.

Ngoài ra, thiết bị xuất audio và video 8700 có thể được thao tác thông qua Internet. Ví dụ, thiết bị đầu cuối được kết nối tới Internet có thể được sử dụng để tạo ra các thiết lập trên thiết bị xuất audio và video 8700 để ghi (lưu trữ) được chương trình hóa trước. (Thiết bị xuất audio và video 8700 do đó sẽ có bộ ghi 8308 như được minh họa trên Fig.83). Trong trường hợp này, trước khi bắt đầu việc ghi được chương trình hóa trước, thiết bị xuất audio và video 8700 lựa chọn kênh, sao cho thiết bị thu 8704 thao tác để thu được dữ liệu thu bằng việc giải điều chế và giải mã sửa lỗi của tín hiệu được mang trên kênh được lựa chọn. Lúc này, thiết bị thu 8704 thu các ký hiệu điều khiển được chứa trong tín hiệu tương ứng với kênh được lựa chọn và chứa thông tin chỉ báo phương pháp truyền (phương pháp truyền, phương pháp điều chế, phương pháp sửa lỗi, và loại tương tự trong các phương án nêu trên) của tín hiệu (một cách chính xác như được mô tả trong các phương án từ A1 đến A4, và như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.41). Với thông tin này, thiết bị thu 8704 có thể tạo ra các thiết lập thích hợp đối với các thao tác thu, phương pháp giải điều chế, phương pháp giải mã sửa lỗi, và loại tương tự để thu chính xác dữ liệu được chứa trong các ký hiệu dữ liệu được truyền từ trạm phát rộng (trạm gốc).

Giải thích bổ sung

Trong phần mô tả này, có xem xét rằng thiết bị phát rộng/truyền thông như trạm phát rộng, trạm gốc, điểm truy cập, thiết bị đầu cuối, điện thoại di động, hoặc loại tương tự được bố trí thiết bị truyền, và thiết bị truyền thông như tivi, radio, thiết bị đầu cuối, máy tính cá nhân, điện thoại di động, điểm truy cập, trạm gốc, hoặc loại tương tự được bố trí thiết bị thu. Ngoài ra, có xem xét rằng thiết bị truyền và thiết bị thu trong phần mô tả này có chức năng truyền thông và có thể được kết nối thông qua một vài loại giao diện (như USB) tới thiết bị để thực hiện các ứng dụng cho tivi, radio, máy tính cá nhân, điện thoại di động, hoặc loại tương tự.

Ngoài ra, trong phương án này, các ký hiệu ngoài các ký hiệu dữ liệu, như các ký hiệu hoa tiêu (đoạn đầu, từ duy nhất, thông tin nhanh, ký hiệu tham chiếu, và loại tương tự), các ký hiệu cho thông tin điều khiển, và loại tương tự có thể được sắp xếp trong khung theo cách bất kỳ. Trong khi thuật ngữ “ký hiệu hoa tiêu” và “các ký hiệu cho thông tin điều khiển” được sử dụng ở đây, thuật ngữ bất kỳ có thể được sử dụng, quan trọng là chính chức năng của thiết bị này.

Nó là đủ cho ký hiệu hoa tiêu, ví dụ, là ký hiệu đã biết được điều chế bằng điều chế PSK trong các thiết bị truyền và thu (hoặc cho thiết bị thu có thể đồng bộ để biết được ký hiệu được truyền bởi thiết bị truyền). Thiết bị thu sử dụng ký hiệu này cho việc đồng bộ tần số, đồng bộ thời gian, đánh giá kênh (đánh giá thông tin trạng thái kênh (Channel State Information, viết tắt là CSI) đối với mỗi tín hiệu được điều chế), dò tìm các tín hiệu, và loại tương tự.

Ký hiệu cho thông tin điều khiển để truyền thông tin ngoài dữ liệu (của các ứng dụng hoặc loại tương tự) mà cần được truyền tới đối tác truyền thông để thực hiện việc truyền thông (ví dụ, phương pháp điều chế, phương pháp mã hóa sửa lỗi, tốc độ mã hóa của phương pháp mã hóa sửa lỗi, thông tin thiết lập trong lớp phía trên, và loại tương tự).

Lưu ý rằng sáng chế không bị giới hạn ở các phương án nêu trên và có thể được thực hiện với các cải biến đa dạng. Ví dụ, các phương án nêu trên mô tả các thiết bị truyền thông, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các thiết bị này và có thể được thực hiện như là phần mềm đối với phương pháp truyền thông tương ứng.

Ngoài ra, phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa được sử dụng trong phương pháp truyền hai tín hiệu được điều chế từ hai anten được mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Sáng chế cũng có thể được thực hiện như là phương pháp chuyển đổi tiền mã hóa để chuyển đổi một cách tương tự các trọng số (ma trận) tiền mã hóa trong hoàn cảnh của phương pháp mà nhờ đó bốn tín hiệu được ánh xạ được tiền mã hóa để tạo ra bốn tín hiệu được điều chế mà được truyền từ bốn anten, hoặc tổng quát hơn, nhờ đó N tín hiệu được ánh xạ được tiền mã hóa để tạo ra N tín hiệu được điều chế mà được truyền từ N anten.

Trong phần mô tả này, các thuật ngữ “tiền mã hóa”, “ma trận tiền mã hóa”,

“ma trận trọng số tiền mã hóa” và và loại tương tự được sử dụng, nhưng thuật ngữ bất kỳ có thể được sử dụng (như “bảng mã”, ví dụ) do bản thân việc xử lý tín hiệu là gì mới là quan trọng trong sáng chế.

Ngoài ra, trong phần mô tả này, thiết bị thu được mô tả như là sử dụng tính toán ML, APP, Max-log APP, ZF, MMSE, hoặc loại tương tự, mà thu được các kết quả quyết định mềm (likelihood-log, tỷ lệ likelihood-log) hoặc các kết quả quyết định cứng (“0” hoặc “1”) đối với mỗi bit của dữ liệu được truyền bởi thiết bị truyền. Xử lý này có thể được gọi là dò tìm, giải điều chế, đánh giá, hoặc phân tách.

Dữ liệu khác nhau có thể được truyền trong các dòng $s1(t)$ và $s2(t)$, hoặc dữ liệu giống nhau có thể được truyền.

Giả thiết rằng các tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z1(i)$, $z2(i)$ (trong đó i biểu diễn thứ tự về thời gian hoặc tần số (sóng mang)) được tạo ra bằng cách tiền mã hóa các tín hiệu dải gốc $s1(i)$ và $s2(i)$ đối với hai dòng trong khi chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Đặt thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc Q của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng, và đặt thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc Q của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng. Trong trường hợp này, các thành phần dải gốc có thể được chuyển đổi, và các tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r1(i)$ và tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r2(i)$ có thể được truyền từ các anten khác nhau tại cùng thời điểm và trên cùng tần số bằng cách truyền tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r1(i)$ từ anten truyền 1 và tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r2(i)$ từ anten truyền 2 tại cùng thời điểm và trên cùng tần số. Các thành phần dải gốc có thể được chuyển đổi như sau.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha

và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

Trong phần mô tả nêu trên, các tín hiệu trong hai dòng được tiền mã hóa, và các thành phần cùng pha và các thành phần pha vuông góc của các tín hiệu được tiền mã hóa được chuyển đổi, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Các tín hiệu trong nhiều hơn hai dòng có thể được tiền mã hóa, và các thành phần cùng pha và các thành phần pha vuông góc của các tín hiệu được tiền mã hóa có thể được chuyển đổi.

Mỗi anten truyền của thiết bị truyền và anten thu của thiết bị thu được thể hiện trên các hình vẽ có thể được tạo thành bởi nhiều anten.

Trong phần mô tả này, ký hiệu “ $\forall$ ” biểu diễn lượng hóa phổ biến, và ký hiệu “ $\exists$ ” biểu diễn lượng hóa tồn tại.

Ngoài ra, trong phần mô tả này, các đơn vị của pha, như acgumen, trong mặt phẳng phức là radian.

Khi sử dụng mặt phẳng phức, các số phức có thể được thực hiện dưới dạng cực bởi các trục tọa độ cực. Nếu số phức $z = a + jb$ (trong đó a và b là các số thực và j là phần ảo) tương ứng với điểm (a, b) trên mặt phẳng phức, và điểm này được biểu diễn trong các trục tọa độ cực là $[r, \theta]$, sau đó các phương trình sau đây được duy trì.

$$a = r \times \cos \theta$$

$$b = r \times \sin \theta$$

Phép toán 303

$$r = \sqrt{a^2 + b^2}$$

r là giá trị tuyệt đối của z ($r = |z|$), và θ là acgumen. Ngoài ra, $z = a + jb$ được biểu diễn như là $re^{j\theta}$.

Trong phần mô tả của sáng chế, tín hiệu dải gốc, tín hiệu được điều chế s_1 , tín hiệu được điều chế s_2 , tín hiệu được điều chế z_1 , và tín hiệu được điều chế z_2 là các tín hiệu phức. Các tín hiệu phức được biểu diễn là $I + jQ$ (trong đó j là phần ảo), I là tín hiệu cùng pha, và Q là tín hiệu pha vuông góc. Trong trường hợp này, I có thể là không, hoặc Q có thể là không.

Phương pháp cấp phát các ma trận tiền mã hóa khác nhau tới các khung

(trong miền thời gian và/hoặc miền tần số) được mô tả trong phần mô tả này (ví dụ, phương án 1) có thể được thực hiện sử dụng các ma trận tiền mã hóa khác so với các ma trận tiền mã hóa khác nhau trong phần mô tả này. Phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa cũng có thể cùng tồn tại với hoặc được chuyển đổi với các phương pháp truyền khác. Cũng trong trường hợp này, phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa khác nhau được mô tả trong phần mô tả này có thể được thực hiện sử dụng các ma trận tiền mã hóa khác nhau.

Fig.59 thể hiện ví dụ về hệ thống phát rộng mà sử dụng phương pháp chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa được mô tả trong phần mô tả này. Trên Fig.59, bộ mã hóa video 5901 thu các ảnh video như là đầu vào, mã hóa các ảnh video, và xuất ra các ảnh video được mã hóa như là dữ liệu 5902. Bộ mã hóa audio 5903 thu audio như là đầu vào, mã hóa audio, và xuất ra audio được mã hóa như là dữ liệu 5904. Bộ mã hóa dữ liệu 5905 thu dữ liệu như là đầu vào, mã hóa dữ liệu (ví dụ bằng cách nén dữ liệu), và xuất ra dữ liệu được mã hóa như là dữ liệu 5906. Cùng với nhau, các bộ mã hóa này được gọi là các bộ mã hóa nguồn thông tin 5900.

Bộ truyền 5907 thu, như là đầu vào, dữ liệu 5902 của video được mã hóa, dữ liệu 5904 của audio được mã hóa, và dữ liệu 5906 của dữ liệu được mã hóa, thiết lập một vài hoặc tất cả các đoạn dữ liệu như là dữ liệu truyền, và xuất ra các tín hiệu truyền 5908_1 đến 5908_N sau khi thực hiện xử lý như mã hóa sửa lỗi, điều chế và tiền mã hóa (ví dụ, xử lý tín hiệu của thiết bị truyền trên Fig.3). Các tín hiệu truyền 5908_1 đến 5908_N được truyền bởi các anten từ 5909_1 đến 5909_N như là các sóng vô tuyến.

Bộ thu 5912 thu, như là đầu vào, các tín hiệu thu 5911_1 đến 5911_M được thu bởi các anten từ 5910_1 đến 5910_M, thực hiện xử lý như chuyển đổi tần số, giải mã tiền mã hóa, tính toán tỷ lệ likelihood-log, và giải mã sửa lỗi (xử lý bởi thiết bị thu trên Fig.7, ví dụ), và xuất ra dữ liệu được thu 5913, 5915, và 5917. Các bộ giải mã nguồn thông tin 5919 thu, như là đầu vào, dữ liệu thu 5913, 5915, và 5917. Bộ giải mã video 5914 thu, như là đầu vào, dữ liệu thu 5913, thực hiện giải

mã video, và xuất ra tín hiệu video. Các ảnh video sau đó được thể hiện trên tivi hoặc màn hình hiển thị. Ngoài ra, bộ giải mã audio 5916 thu, như là đầu vào, dữ liệu thu 5915, thực hiện giải mã audio, và xuất ra tín hiệu audio. Audio sau đó được tạo ra bởi loa. Bộ mã hóa dữ liệu 5918 thu, như là đầu vào, dữ liệu thu 5917, thực hiện giải mã dữ liệu, và xuất ra thông tin trong dữ liệu.

Trong các phương án nêu trên mô tả sáng chế, số lượng bộ mã hóa trong thiết bị truyền khi sử dụng phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM có thể là số lượng bất kỳ, như được nêu trên. Do đó, như trên Fig.4, ví dụ, tất nhiên có thể cho thiết bị truyền để có một bộ mã hóa và để áp dụng phương pháp phân phối đầu ra là phương pháp truyền đa sóng mang như OFDM. Trong trường hợp này, các bộ vô tuyến 310A và 310B trên Fig.4 được thay thế bởi các bộ xử lý liên quan OFDM 1301A và 1301B trên Fig.13. Phần mô tả của các bộ xử lý liên quan OFDM là như theo phương án 1.

Trong khi phần mô tả này liên quan đến “phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa khác nhau”, “phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa khác nhau” cụ thể được minh họa trong phần mô tả này chỉ là ví dụ. Tất cả các phương án trong phần mô tả này có thể được thực hiện tương tự bằng cách thay thế “phương pháp chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa khác nhau” bằng “phương pháp để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng các ma trận tiền mã hóa khác nhau”.

Các chương trình để thực hiện phương pháp truyền nêu trên có thể, ví dụ, được lưu trữ trước trong bộ nhớ chỉ đọc (ROM) và được làm cho hoạt động bởi bộ xử lý trung tâm (CPU).

Ngoài ra, các chương trình để thực hiện phương pháp truyền nêu trên có thể được lưu trữ trong vật ghi đọc được bởi máy tính, các chương trình được lưu trữ trong vật ghi này có thể được tải trong bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory, viết tắt là RAM) của máy tính, và máy tính có thể được làm cho hoạt động theo các chương trình này.

Các thành phần trong các phương án nêu trên có thể được lắp ráp điển hình như là tích hợp tỷ lệ lớn (Large Scale Integration, viết tắt là LSI), loại mạch tích

hợp. Các thành phần riêng biệt có thể một cách tương ứng được tạo thành vào các con chip rời rạc, hoặc một phần hoặc tất cả các thành phần trong mỗi phương án có thể được tạo thành vào một con chip. Trong khi LSI được đề cập, các thuật ngữ mạch tích hợp (Integrated Circuit, viết tắt là IC), LSI hệ thống, super LSI, hoặc ultra LSI có thể được sử dụng phụ thuộc vào mức độ tích hợp. Ngoài ra, phương pháp lắp ráp các mạch tích hợp không bị giới hạn ở LSI, và mạch chuyên dụng hoặc bộ xử lý mục đích chung có thể được sử dụng. Mảng cổng lập trình được dạng trường (Field Programmable Gate Array, viết tắt là FPGA), mà có thể lập trình được sau khi LSI được sản xuất, hoặc bộ xử lý có thể tái cấu trúc, mà cho phép tái cấu trúc lại các kết nối và thiết lập của các ô mạch bên trong LSI, có thể được sử dụng.

Ngoài ra, nếu kỹ thuật để tạo ra các mạch tích hợp mà thay thế các LSI xuất hiện, do các tiến bộ trong kỹ thuật bán dẫn hoặc kỹ thuật liên quan khác, việc tích hợp các khối chức năng có thể một cách tự nhiên được thực hiện sử dụng kỹ thuật này. Việc áp dụng cả hai kỹ thuật hoặc loại tương tự là có thể.

Phương pháp tiền mã hóa theo phương án của sáng chế được thực hiện bởi thiết bị truyền mà truyền tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu được điều chế gốc được tạo thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, phương pháp tiền mã hóa bao gồm bước: tạo ra tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn, trong đó tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa.

Thiết bị xử lý tín hiệu thực hiện phương pháp tiền mã hóa theo phương án của sáng chế được cài đặt trong thiết bị truyền mà truyền tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu được điều chế gốc được tạo

thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, trong đó tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa được tạo ra bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn, và tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa.

Phương pháp truyền theo phương án của sáng chế để thiết bị truyền mà truyền tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu được điều chế gốc được tạo thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, phương pháp truyền bao gồm các bước: tạo ra tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn; tạo ra tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa; truyền tín hiệu truyền thứ nhất từ một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ nhất; và truyền tín hiệu truyền thứ hai từ một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ hai mà khác với một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ nhất, trong đó khi tiền mã hóa khối được mã hóa dựa trên tín hiệu được điều chế nâng cao, đặt số lượng khe được yêu cầu để truyền khối được mã hóa như là tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai theo phương pháp điều chế là M , số lượng ma trận tiền mã hóa mà khác nhau là N , chỉ số để nhận dạng mỗi ma trận tiền mã hóa là F (F là từ 1 đến N), và số lượng khe mà ma trận tiền mã hóa với chỉ số F được cấp phát tới là $C[F]$ ($C[F]$ nhỏ hơn M), sau đó mỗi ma trận tiền mã hóa được cấp phát tới M khe được sử dụng để truyền khối được mã hóa sao cho đối với bất kỳ a, b (trong đó a, b là từ 1 đến N và $a \neq b$), độ chênh lệch giữa $C[a]$ và $C[b]$ là 0 hoặc 1.

Thiết bị truyền theo phương án của sáng chế truyền tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, tín

hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu được điều chế gốc được tạo thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, thiết bị truyền bao gồm: bộ tạo trọng số được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn; và bộ truyền được tạo cấu hình để tạo ra tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa, truyền tín hiệu truyền thứ nhất từ một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ nhất, và truyền tín hiệu truyền thứ hai từ một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ hai mà khác với một hoặc nhiều hơn các đầu ra thứ nhất, trong đó khi tiền mã hóa khối được mã hóa dựa trên tín hiệu được điều chế nâng cao, đặt số lượng khe được yêu cầu để truyền khối được mã hóa như là tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai theo phương pháp điều chế là M , số lượng ma trận tiền mã hóa mà khác nhau là N , chỉ số để nhận dạng mỗi ma trận tiền mã hóa là F (F là từ 1 đến N), và số lượng khe mà ma trận tiền mã hóa với chỉ số F được cấp phát tới đó là $C[F]$ ($C[F]$ nhỏ hơn M), sau đó bộ tạo trọng số cấp phát mỗi ma trận tiền mã hóa tới M khe được sử dụng để truyền khối được mã hóa sao cho đối với bất kỳ a, b (trong đó a, b là từ 1 đến N và $a \neq b$), độ chênh lệch giữa $C[a]$ và $C[b]$ là 0 hoặc 1.

Phương pháp thu theo phương án của sáng chế để thiết bị thu thu tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, trong đó tín hiệu được điều chế gốc được tạo thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa được tạo ra bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn, và tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa, phương

pháp thu bao gồm các bước thu và giải điều chế tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai sử dụng phương pháp giải điều chế theo phương pháp điều chế được sử dụng trên tín hiệu được điều chế gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao và thực hiện giải mã sửa lỗi để thu được dữ liệu. Trong phương pháp thu, khi khối được mã hóa dựa trên tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa, đặt số lượng khe được yêu cầu để truyền khối được mã hóa như là tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai theo phương pháp điều chế là M, số lượng ma trận tiền mã hóa mà khác nhau là N, chỉ số để nhận dạng mỗi ma trận tiền mã hóa là F (F là từ 1 đến N), và số lượng khe mà ma trận tiền mã hóa với chỉ số F được cấp phát tới đó là $C[F]$ ($C[F]$ nhỏ hơn M), sau đó mỗi ma trận tiền mã hóa được cấp phát tới M khe được sử dụng để truyền khối được mã hóa sao cho đối với bất kỳ a, b (trong đó a, b là từ 1 đến N và $a \neq b$), độ chênh lệch giữa $C[a]$ và $C[b]$ là 0 hoặc 1.

Thiết bị thu theo phương án của sáng chế để thu tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được truyền bởi thiết bị truyền từ các đầu ra khác nhau trên cùng dải tần số và tại cùng thời điểm, trong đó tín hiệu được điều chế gốc được tạo thành từ dòng gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao được tạo thành từ dòng nâng cao của dữ liệu khác với dòng gốc, tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa được tạo ra bằng cách lựa chọn ma trận tiền mã hóa từ trong số các ma trận tiền mã hóa và tiền mã hóa tín hiệu được điều chế nâng cao sử dụng ma trận tiền mã hóa được lựa chọn, lựa chọn ma trận tiền mã hóa được chuyển đổi đều đặn, và tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai được tạo ra từ tín hiệu theo tín hiệu được điều chế gốc và từ tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa, thiết bị thu thu và giải điều chế tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai sử dụng phương pháp giải điều chế theo phương pháp điều chế được sử dụng trên tín hiệu được điều chế gốc và tín hiệu được điều chế nâng cao và thực hiện giải mã sửa lỗi để thu được dữ liệu. Trong thiết bị thu, khi khối được mã hóa dựa trên tín hiệu được điều chế nâng cao được tiền mã hóa, đặt số lượng khe được yêu cầu để truyền khối được mã hóa như là tín hiệu truyền thứ nhất và thứ hai theo phương pháp điều chế là M, số lượng ma trận tiền mã hóa mà khác nhau là N, chỉ số để nhận dạng mỗi ma trận tiền mã hóa là F (F là từ 1 đến N), và số lượng khe mà ma trận tiền mã hóa với chỉ số F được cấp phát tới đó là

$C[F]$ ($C[F]$ nhỏ hơn M), sau đó mỗi ma trận tiền mã hóa được cấp phát tới M khi được sử dụng để truyền khối được mã hóa sao cho đối với bất kỳ a, b (trong đó a, b là từ 1 đến N và $a \neq b$), độ chênh lệch giữa $C[a]$ và $C[b]$ là 0 hoặc 1.

Giải thích bổ sung 2

Giả thiết rằng các tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_1(i)$, $z_2(i)$ (trong đó i biểu diễn thứ tự về thời gian hoặc tần số (sóng mang)) được tạo ra bằng cách tiền mã hóa các tín hiệu dải gốc $s_1(i)$ và $s_2(i)$ (mà là các tín hiệu dải gốc được ánh xạ bằng phương pháp điều chế nào đó) đối với hai dòng trong khi chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Đặt thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng, và đặt thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng. Trong trường hợp này, các thành phần dải gốc có thể được chuyển đổi, và các tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ và tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ có thể được truyền từ các anten khác nhau tại cùng thời điểm và trên cùng tần số bằng cách truyền tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ từ anten truyền 1 và tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ từ anten truyền 2 tại cùng thời điểm và trên cùng tần số. Các thành phần dải gốc có thể được chuyển đổi như sau.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và

$Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc

được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i)$ và $Q_2(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i)$ và $Q_1(i)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i)$ và $I_1(i)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i)$ và $I_2(i)$ một cách tương ứng.

Trong phần mô tả nêu trên, các tín hiệu trong hai dòng được tiền mã hóa, và các thành phần cùng pha và các thành phần pha vuông góc của các tín hiệu được tiền mã hóa được chuyển đổi, nhưng sáng chế không bị giới hạn theo cách này. Các tín hiệu trong nhiều hơn hai dòng có thể được tiền mã hóa, và các thành phần cùng pha và các thành phần pha vuông góc của các tín hiệu được tiền mã hóa có thể được chuyển đổi.

Trong ví dụ nêu trên, việc chuyển đổi của các tín hiệu dải gốc tại cùng thời

điểm (hoặc cùng tần số (sóng mang (sóng mang con))) được mô tả, nhưng việc chuyển đổi không bị giới hạn ở các tín hiệu dải gốc tại cùng thời điểm. Phần sau đây là ví dụ về khả năng khác.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$

là $I_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $I_1(i + v)$ và $Q_2(i + w)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng.

- Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc

được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $I_2(i + w)$ và $Q_1(i + v)$ một cách tương ứng.

· Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ là $Q_2(i + w)$ và $I_1(i + v)$ một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ là $Q_1(i + v)$ và $I_2(i + w)$ một cách tương ứng.

Fig.88 thể hiện bộ chuyển đổi tín hiệu dải gốc 8802 để minh họa ví dụ nêu trên. Như được thể hiện trên Fig.88, trong các tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_1(i)$ 8801_1 và $z_2(i)$ 8801_2, thành phần cùng pha I và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_1(i)$ 8801_1 là $I_1(i)$ và $Q_1(i)$, một cách tương ứng, và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa $z_2(i)$ 8801_2 là $I_2(i)$ và $Q_2(i)$, một cách tương ứng. Đặt thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ 8803_1 là $I_{r1}(i)$ và $Q_{r1}(i)$, một cách tương ứng, và thành phần cùng pha và thành phần pha vuông góc của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ 8803_2 là $I_{r2}(i)$ và $Q_{r2}(i)$, một cách tương ứng, sau đó thành phần cùng pha $I_{r1}(i)$ và thành phần pha vuông góc $Q_{r1}(i)$ của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ 8803_1 và thành phần cùng pha $I_{r2}(i)$ và thành phần pha vuông góc $Q_{r2}(i)$ của tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ 8803_2 được biểu diễn là một trong số các giá trị được nêu trên. Lưu ý rằng trong ví dụ này, việc chuyển đổi của các tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa tại cùng thời điểm (hoặc cùng tần số (sóng mang (song mang con))) được mô tả, nhưng như được nêu trên, các tín hiệu dải gốc được tiền mã hóa tại các thời điểm khác nhau (hoặc các tần số (sóng mang (song mang con)) khác nhau) có thể được chuyển đổi.

Ngoài ra, tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ 8803_1 và tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ 8803_2 có thể được truyền từ các anten khác nhau tại cùng thời điểm và tại cùng tần số, ví dụ bằng cách truyền tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_1(i)$ 8803_1 từ anten 1 và tín hiệu được điều chế tương ứng với tín hiệu dải gốc được chuyển đổi $r_2(i)$ 8803_2 từ anten 2 tại cùng thời điểm và tại cùng tần số.

Phương pháp sắp xếp ký hiệu được mô tả trong các phương án từ A1 đến A4 và trong phương án 1 có thể được thực hiện tương tự như là phương pháp tiền mã hóa để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa sử dụng các ma trận tiền mã hóa khác nhau, phương pháp tiền mã hóa khác với “phương pháp để chuyển đổi giữa các ma trận tiền mã hóa khác nhau” trong phần mô tả này. Điều tương tự được duy trì cũng là đúng đối với các phương án khác. Phần sau đây là giải thích bổ sung liên quan đến các ma trận tiền mã hóa khác nhau.

Đặt N ma trận tiền mã hóa được biểu diễn là $F[0], F[1], F[2], \dots, F[N - 3], F[N - 2], F[N - 1]$ đối với phương pháp tiền mã hóa để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa. Trong trường hợp này, “các ma trận tiền mã hóa khác nhau” được đề cập nêu trên giả thiết thỏa mãn hai điều kiện nêu trên (điều kiện *1 và điều kiện *2).

Phép toán 304

Điều kiện *1

$$F[x] \neq F[y] \text{ đối với } \forall x, \forall y (x, y = 0, 1, 2, \dots, N - 3, N - 2, N - 1; x \neq y)$$

Do đó từ điều kiện *1 mà “(đặt x là số nguyên từ 0 đến N - 1, y là số nguyên từ 0 đến N - 1, và $x \neq y$) đối với tất cả x và tất cả y, $F[x] \neq F[y]$ ”.

Phép toán 305

Điều kiện *2

$$F[x] = k \times F[y]$$

Đặt x là số nguyên từ 0 đến N - 1, y là số nguyên từ 0 đến N - 1, và $x \neq y$, đối với tất cả x và tất cả y, không có số thực và số phức k thỏa mãn phương trình nêu trên tồn tại.

Phần sau đây là giải thích bổ sung sử dụng ma trận 2×2 như là ví dụ. Đặt các ma trận 2×2 R, S được biểu diễn như sau.

Phép toán 306

$$R = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$$

Phép toán 307

$$S = \begin{pmatrix} e & f \\ g & h \end{pmatrix}$$

Đặt $a = Ae^{j\delta_{11}}$, $b = Be^{j\delta_{12}}$, $c = Ce^{j\delta_{21}}$, và $d = De^{j\delta_{22}}$, và $e = Ee^{j\gamma_{11}}$, $f = Fe^{j\gamma_{12}}$, $g = Ge^{j\gamma_{21}}$, và $h = He^{j\gamma_{22}}$. A, B, C, D, E, F, G , và H là các số thực 0 hoặc lớn hơn, và $\delta_{11}, \delta_{12}, \delta_{21}, \delta_{22}, \gamma_{11}, \gamma_{12}, \gamma_{21}$, và γ_{22} được biểu diễn theo radian. Trong trường hợp này, $R \neq S$ nghĩa là ít nhất một trong số các phần sau đây được duy trì: (1) $a \neq e$, (2) $b \neq f$, (3) $c \neq g$, và (4) $d \neq h$.

Ma trận tiền mã hóa có thể là ma trận R trong đó một trong số a, b, c , và d là không. Nói cách khác, ma trận tiền mã hóa có thể là sao cho (1) a là không, và b, c , và d không phải là không; (2) b là không, và a, c , và d không phải là không; (3) c là không, và a, b , và d không phải là không; hoặc (4) d là không, và a, b , và c không phải là không.

Trong ví dụ hệ thống trong phần mô tả của sáng chế, hệ thống truyền thông sử dụng phương pháp MIMO được mô tả, trong đó hai tín hiệu được điều chế được truyền từ hai anten và được thu bởi hai anten. Sáng chế, tuy nhiên, tất nhiên cũng có thể được áp dụng trong hệ thống truyền thông sử dụng phương pháp Đa đầu vào Một đầu ra (MISO). Trong trường hợp của phương pháp MISO, việc áp dụng phương pháp tiền mã hóa để chuyển đổi đều đặn giữa các ma trận tiền mã hóa trong thiết bị truyền là tương tự như được nêu trên. Mặt khác, thiết bị thu không được bố trí anten 701_Y, bộ vô tuyến 703_Y, bộ đánh giá dao động kênh 707_1 đối với tín hiệu được điều chế z_1 , hoặc bộ đánh giá dao động kênh 707_2 đối với tín hiệu được điều chế z_2 . Cũng trong trường hợp này, tuy nhiên, xử lý chi tiết trong phần mô tả này có thể được thực hiện để đánh giá dữ liệu được truyền bởi thiết bị truyền. Lưu ý rằng đã được biết đến rộng rãi rằng nhiều tín hiệu được truyền tại cùng tần số và cùng thời điểm có thể được thu bởi một anten và được giải mã (đối với một anten thu, nó là đủ để thực hiện việc tính toán như tính toán ML (Max-log APP hoặc loại tương tự)). Trong sáng chế, nó là đủ cho bộ xử lý tín hiệu 711 trên Fig.7 để thực hiện việc giải điều chế (dò tìm) có xét đến phương pháp tiền mã hóa để chuyển đổi đều đặn mà được sử dụng tại phía truyền.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Sáng chế có thể được dụng rộng rãi cho các hệ thống không dây mà truyền các tín hiệu được điều chế khác nhau từ nhiều anten, như hệ thống OFDM-MIMO. Ngoài ra, trong các hệ thống truyền thông có dây với nhiều trạm truyền (như hệ thống truyền thông đường điện (PLC), hệ thống truyền thông quang, hoặc hệ thống đường dây thuê bao số (Digital Subscriber Line, viết tắt là DSL)), sáng chế có thể được áp dụng cho MIMO, trong đó trường hợp nhiều trạm truyền được sử dụng để truyền các tín hiệu điều chế như được mô tả bởi sáng chế. Tín hiệu được điều chế cũng có thể được truyền từ nhiều trạm truyền.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền được thực hiện bởi hệ thống truyền, phương pháp truyền này bao gồm các bước:

tạo các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 và các tín hiệu truyền thứ hai z_2 đối với mỗi khe bằng cách sử dụng bất kỳ một trong số N quy trình xử lý tín hiệu đối với các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 và các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 là dữ liệu truyền giống như các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , N là số nguyên mà nhỏ nhất là ba, N quy trình xử lý tín hiệu được chuyển đổi thường xuyên với các khe làm một chu kỳ;

truyền các tín hiệu OFDM thứ nhất từ anten thứ nhất, các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được bố trí trong các tín hiệu OFDM thứ nhất; và

truyền các tín hiệu OFDM thứ hai từ anten thứ hai, các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được bố trí trong các các tín hiệu OFDM thứ hai, trong đó

bất kỳ một trong số các tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra trong khe thứ nhất và bất kỳ một trong số các các tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra trong khe thứ nhất được truyền ở cùng thời điểm và tần số, và

các tín hiệu OFDM thứ nhất và các các tín hiệu OFDM thứ hai đều bao gồm thông tin điều khiển truyền ký hiệu điều khiển được sử dụng trong việc giải điều biến, thông tin điều khiển bao gồm thông tin chỉ báo N quy trình xử lý tín hiệu.

2. Hệ thống truyền bao gồm:

hệ mạch xử lý tín hiệu mà, khi hoạt động, tạo ra các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 và các tín hiệu truyền thứ hai z_2 đối với mỗi khe bằng cách sử dụng bất kỳ một trong số N quy trình xử lý tín hiệu đối với các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 và các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 là dữ liệu truyền giống như các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , N là số nguyên mà nhỏ nhất là ba, N quy trình xử lý tín hiệu được chuyển đổi thường xuyên với các khe làm một chu kỳ;

hệ mạch truyền mà, khi hoạt động, truyền các tín hiệu OFDM thứ nhất từ anten thứ nhất, các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được bố trí trong các tín hiệu OFDM thứ nhất, và truyền các tín hiệu OFDM thứ hai từ anten thứ hai, các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được bố trí trong các các tín hiệu OFDM thứ hai, trong đó

bất kỳ một trong số các tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra trong khe thứ nhất và bất kỳ một trong số các các tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra trong khe thứ nhất được truyền ở cùng thời điểm và tần số, và

các tín hiệu OFDM thứ nhất và các các tín hiệu OFDM thứ hai đều bao gồm thông tin điều khiển truyền ký hiệu điều khiển được sử dụng trong việc giải điều biến, thông tin điều khiển bao gồm thông tin chỉ báo N quy trình xử lý tín hiệu.

3. Phương pháp thu được thực hiện bởi thiết bị thu, phương pháp thu này bao gồm các bước:

thu tín hiệu OFDM thứ nhất được truyền từ anten thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai được truyền từ anten thứ hai, trong đó

tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra đối với mỗi khe làm ký hiệu dữ liệu, tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra đối với mỗi khe làm ký hiệu dữ liệu, tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra trong khe thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra trong khe thứ nhất mà được truyền ở cùng thời điểm và tần số,

các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 và các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra bằng cách, đối với các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 và các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , sử dụng bất kỳ một trong số N quy trình xử lý tín hiệu đối với mỗi khe, các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 là dữ liệu truyền giống như các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , N là số nguyên mà nhỏ nhất là ba, N quy trình xử lý tín hiệu được chuyển đổi thường xuyên với các khe làm một chu kỳ, và

tín hiệu OFDM thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai đều bao gồm thông tin

điều khiển truyền ký hiệu điều khiển được sử dụng trong việc giải điều biến, và tạo dữ liệu truyền bằng cách giải điều biến ký hiệu dữ liệu dựa vào thông tin điều khiển được tạo ra bằng cách giải điều biến ký hiệu điều khiển, trong đó

thông tin điều khiển bao gồm thông tin chỉ báo N quy trình xử lý tín hiệu.

4. Thiết bị thu bao gồm:

hệ mạch thu mà, khi hoạt động, thu tín hiệu OFDM thứ nhất được truyền từ anten thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai được truyền từ anten thứ hai, trong đó,

tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra đối với mỗi khe làm ký hiệu dữ liệu, tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra đối với mỗi khe làm ký hiệu dữ liệu, tín hiệu OFDM thứ nhất bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 được tạo ra trong khe thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai bao gồm bất kỳ một trong số các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra trong khe thứ nhất mà được truyền ở cùng thời điểm và tần số,

các tín hiệu truyền thứ nhất z_1 và các tín hiệu truyền thứ hai z_2 được tạo ra bằng cách, đối với các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 và các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , sử dụng bất kỳ một trong số N quy trình xử lý tín hiệu đối với mỗi khe, các tín hiệu được điều chế thứ nhất s_1 là dữ liệu truyền giống như các tín hiệu được điều chế thứ hai s_2 , N là số nguyên mà nhỏ nhất là ba, N quy trình xử lý tín hiệu được chuyển đổi thường xuyên với các khe làm một chu kỳ, và

tín hiệu OFDM thứ nhất và tín hiệu OFDM thứ hai đều bao gồm thông tin điều khiển truyền ký hiệu điều khiển được sử dụng trong việc giải điều biến, và hệ mạch giải điều biến mà, khi hoạt động, tạo ra dữ liệu truyền bằng cách giải điều biến ký hiệu dữ liệu dựa vào thông tin điều khiển được tạo ra bằng cách giải điều biến ký hiệu điều khiển, trong đó

thông tin điều khiển bao gồm thông tin chỉ báo N quy trình xử lý tín hiệu.

FIG. 1

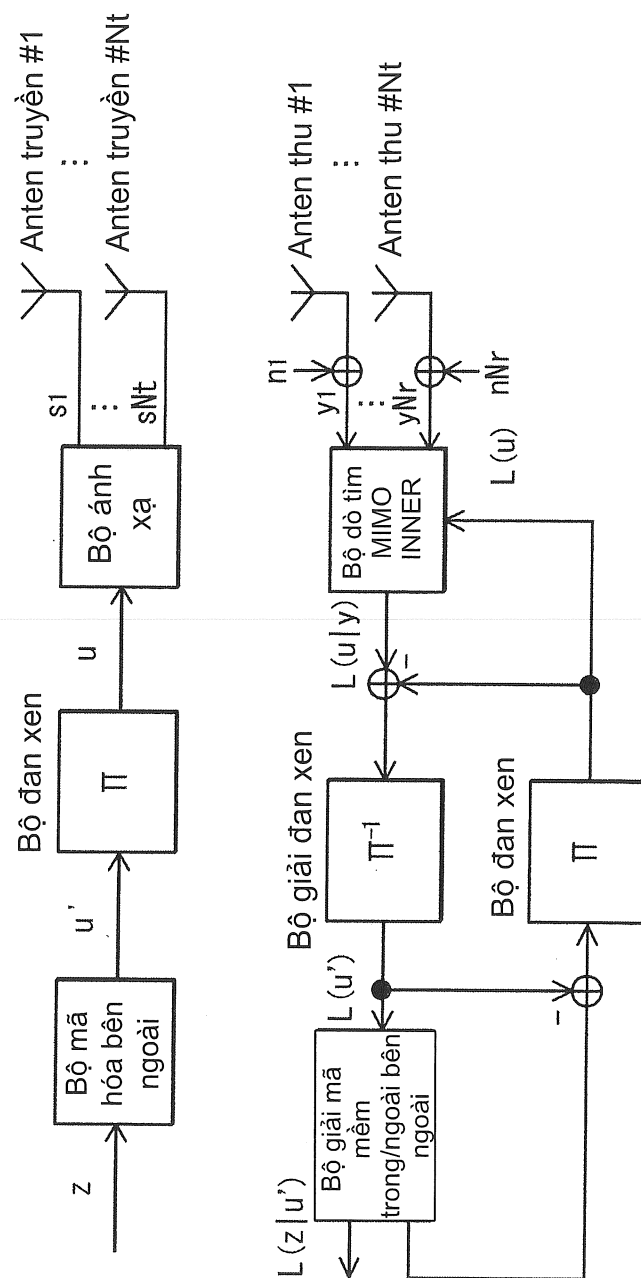
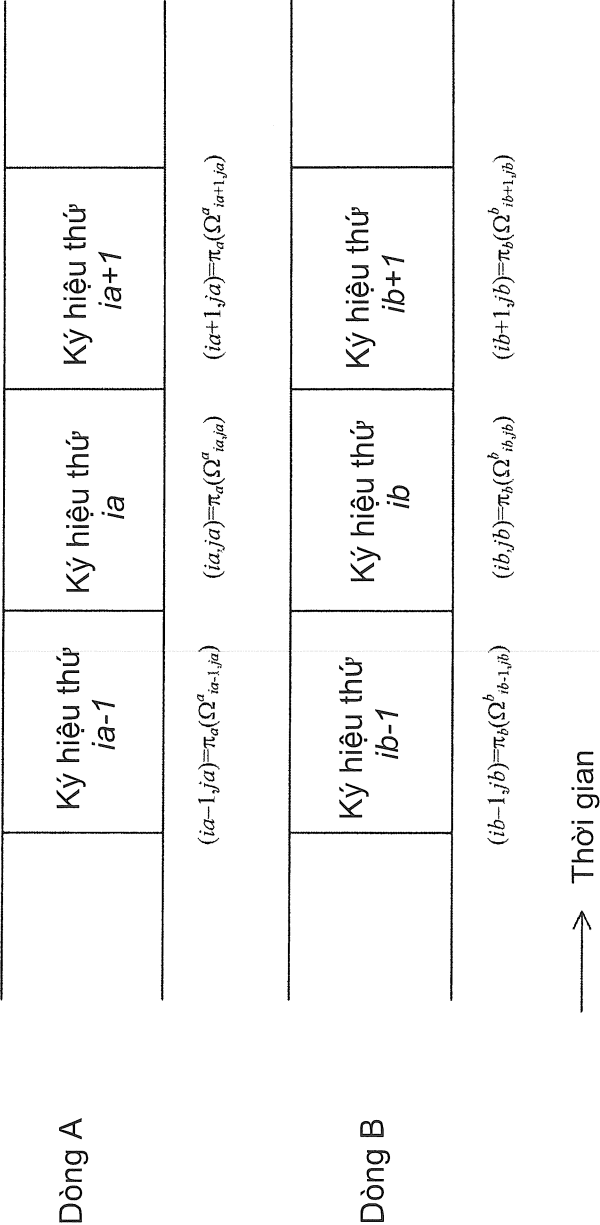
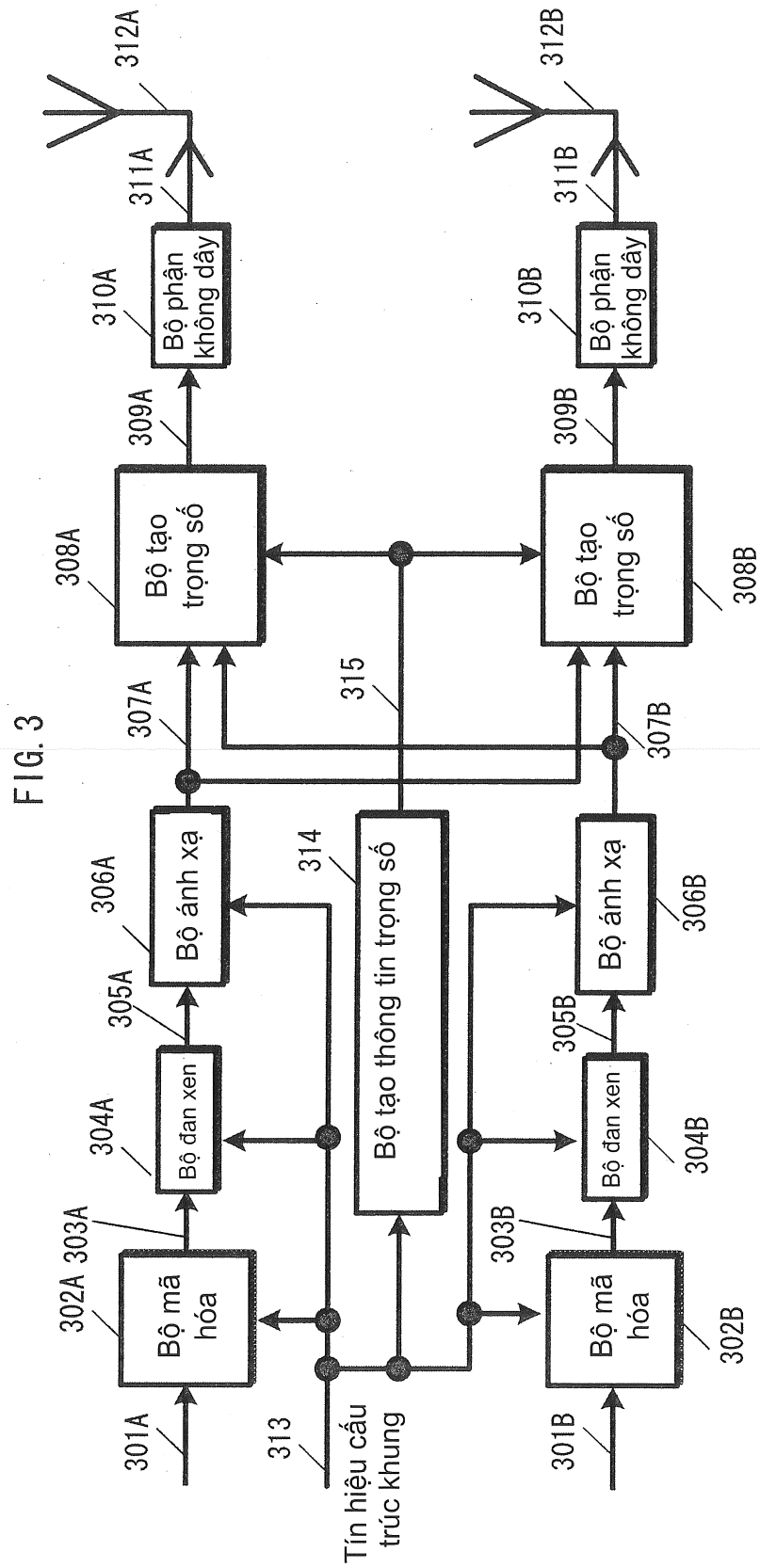


FIG. 2





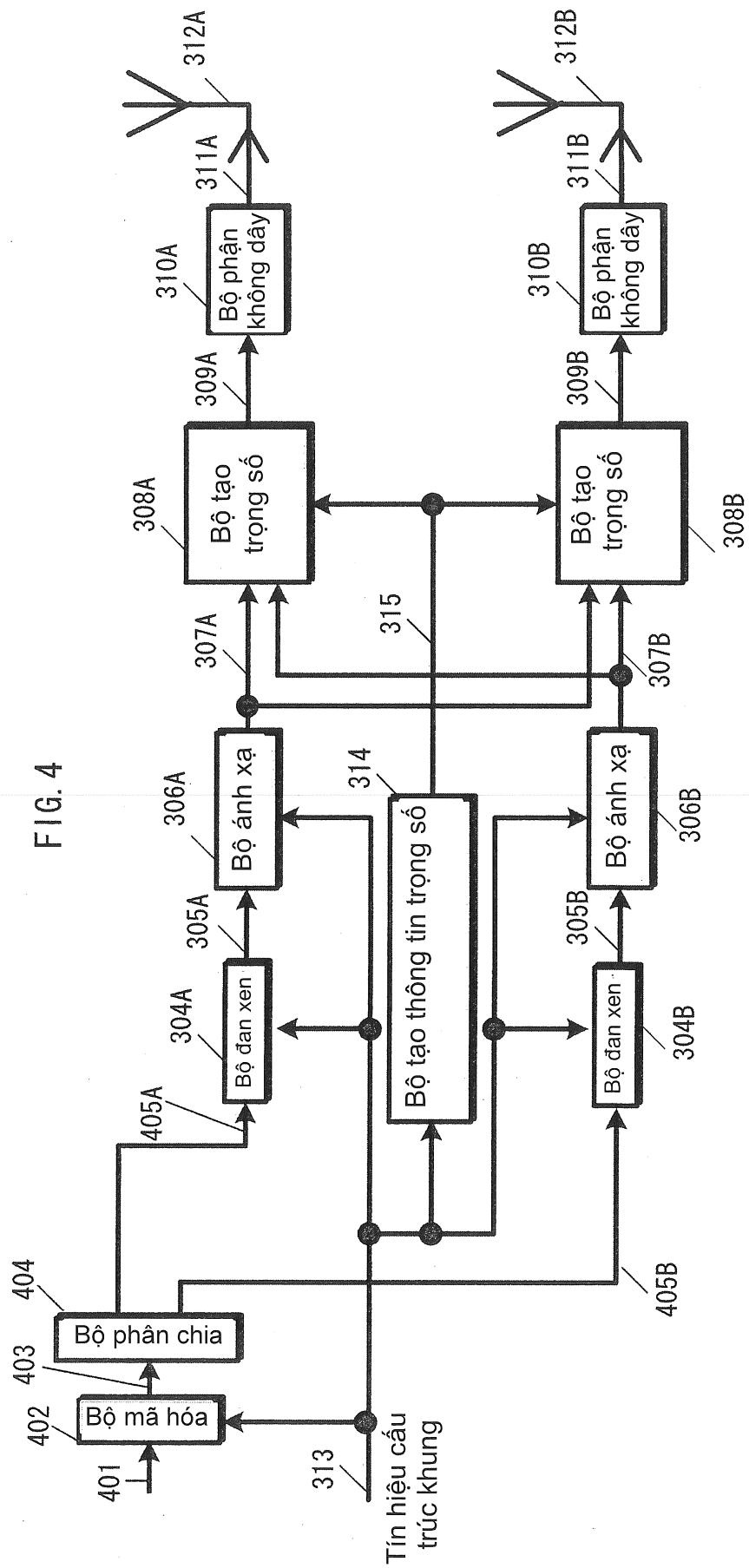


FIG. 5

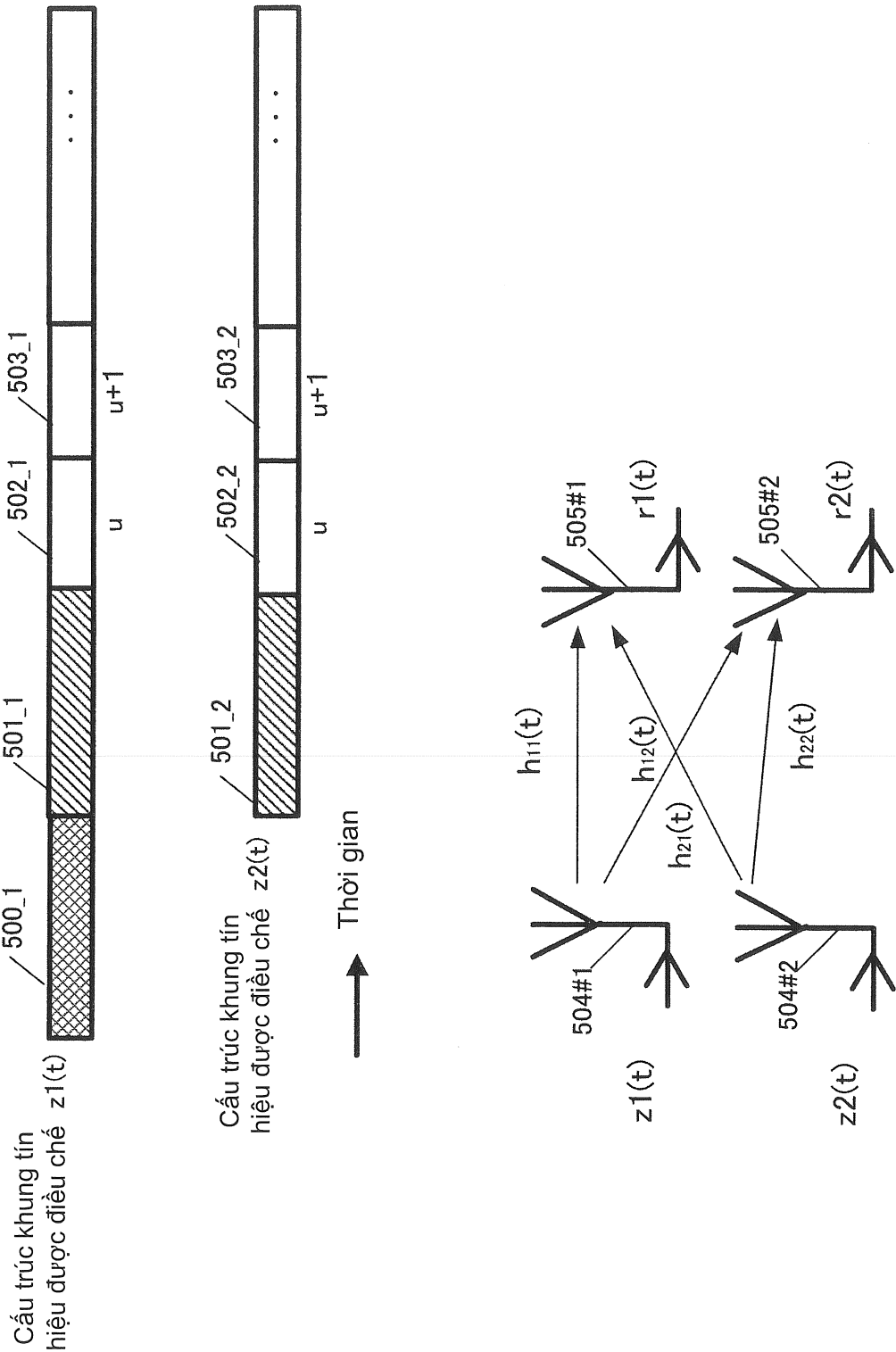
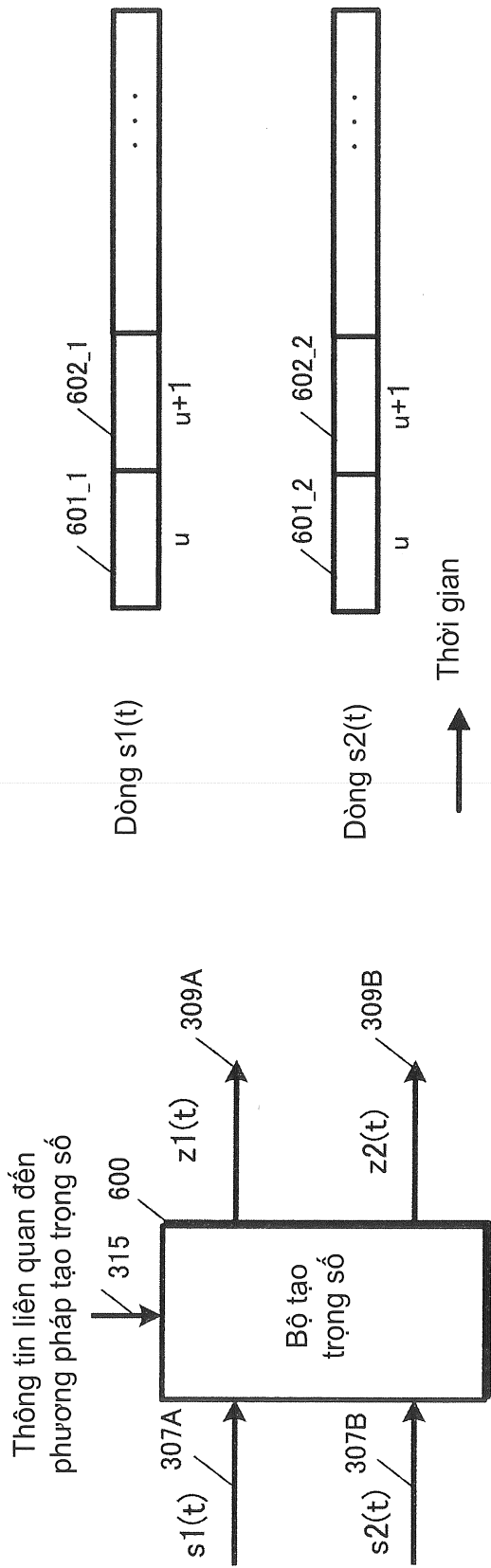


FIG. 6



Thời gian 4i

$$W(4i) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j0} & e^{j\frac{3}{4}\pi} \end{pmatrix}$$

Thời gian 4i + 1

$$W(4i+1) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j0} \\ e^{j\frac{3}{4}\pi} & e^{j0} \end{pmatrix}$$

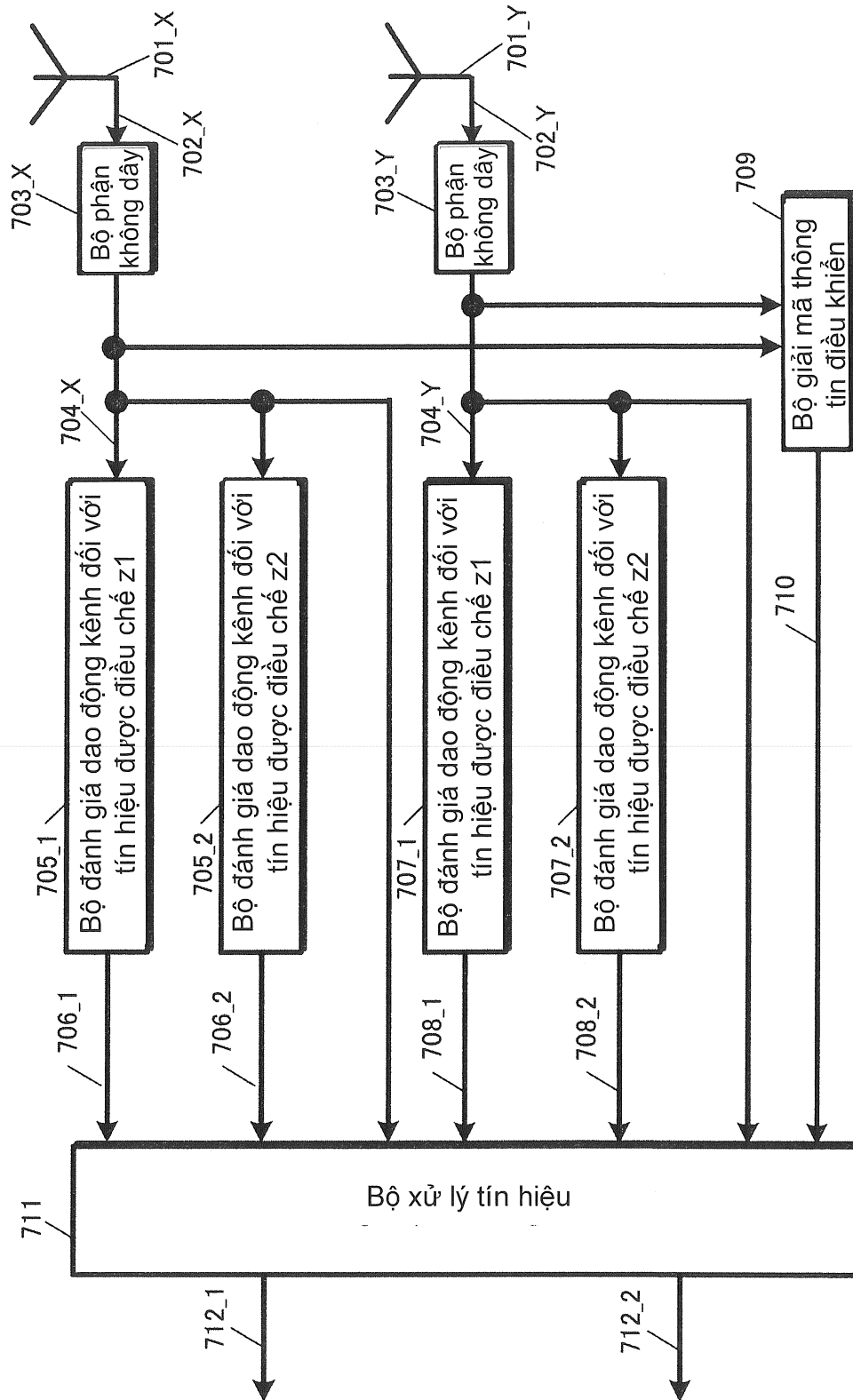
Thời gian 4i + 2

$$W(4i+2) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & e^{j\frac{3}{4}\pi} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix}$$

Thời gian 4i + 3

$$W(4i+3) = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j\frac{3}{4}\pi} & e^{j0} \\ e^{j0} & e^{j0} \end{pmatrix}$$

FIG. 7



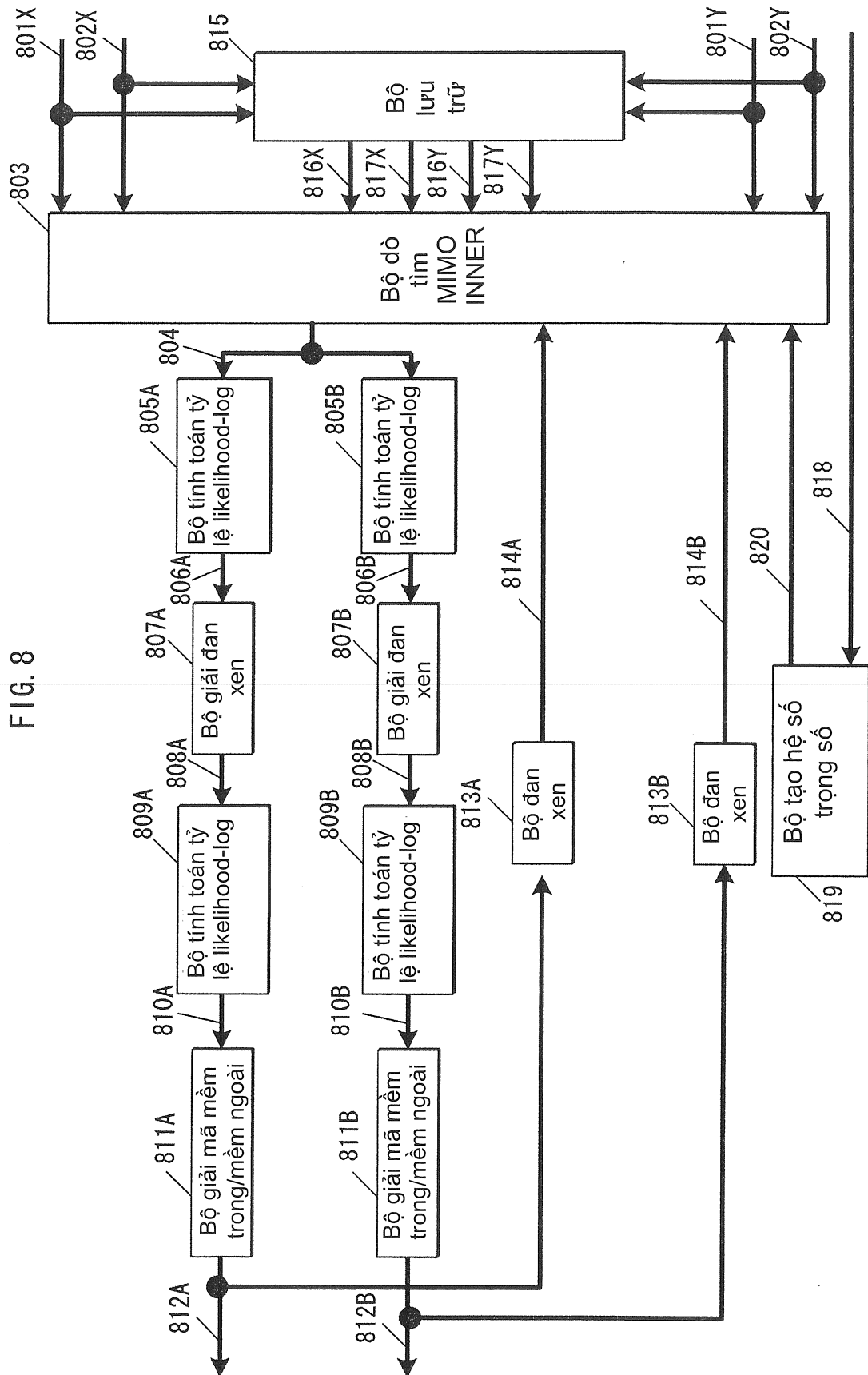


FIG. 9

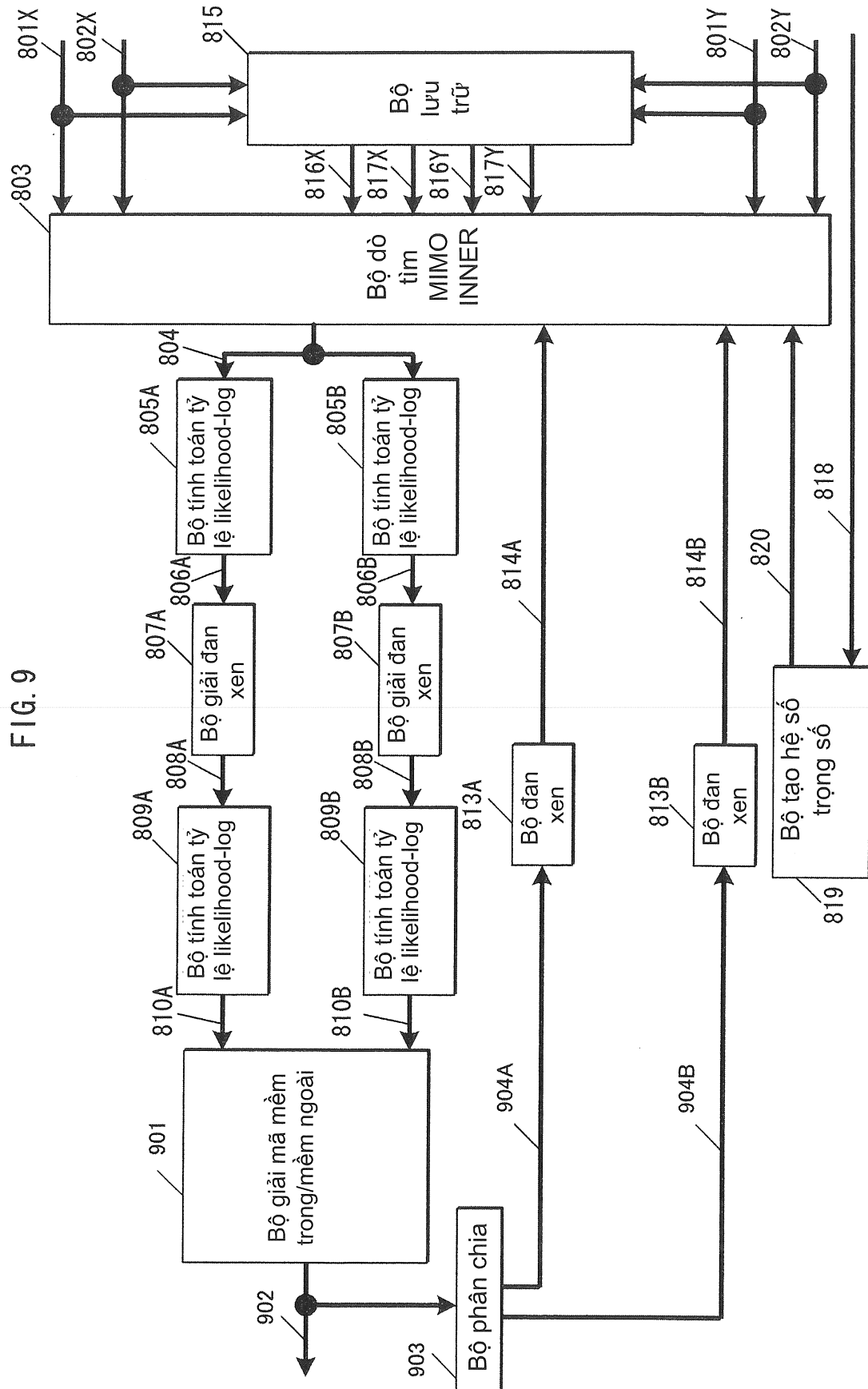


FIG. 10

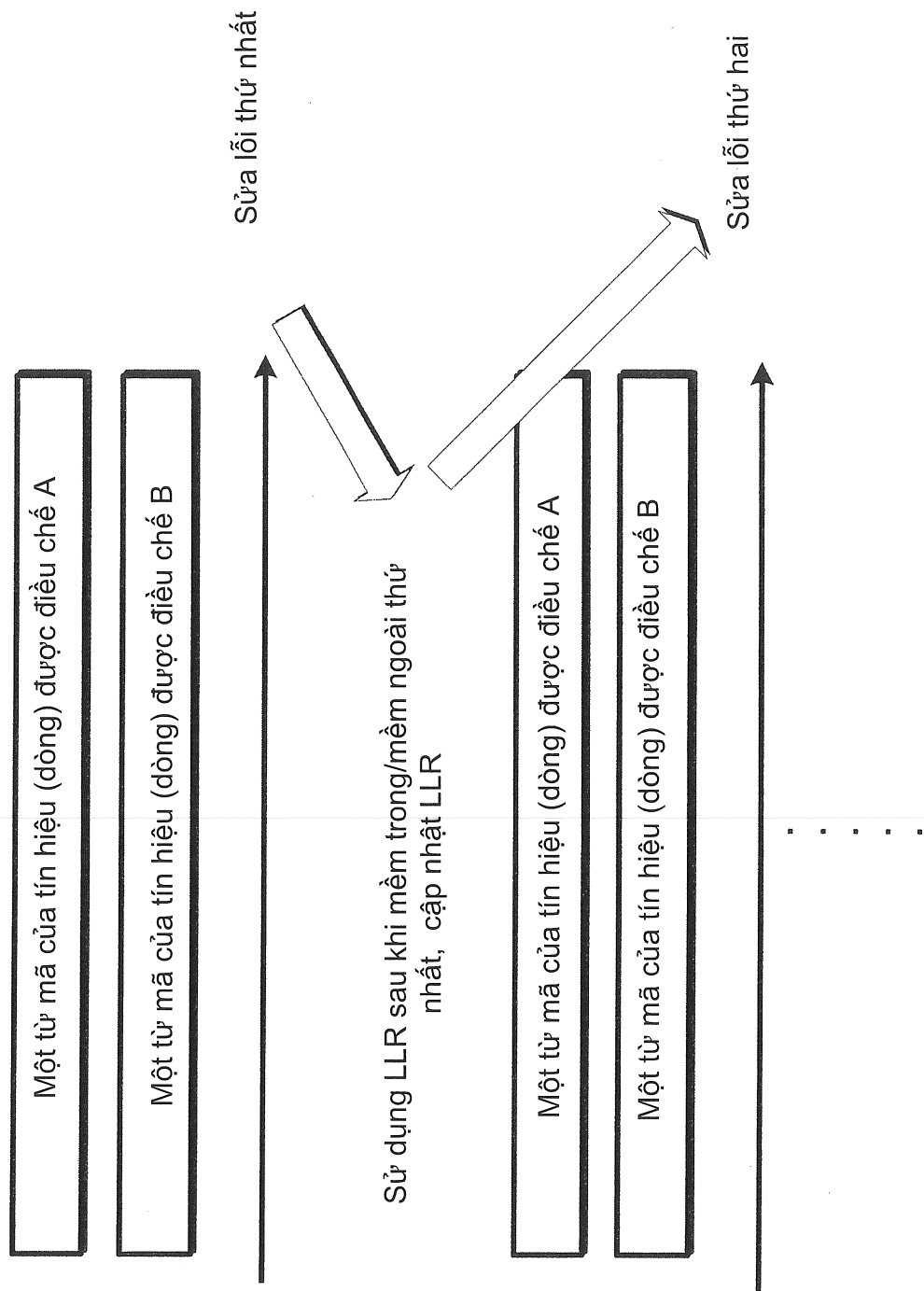


FIG. 11

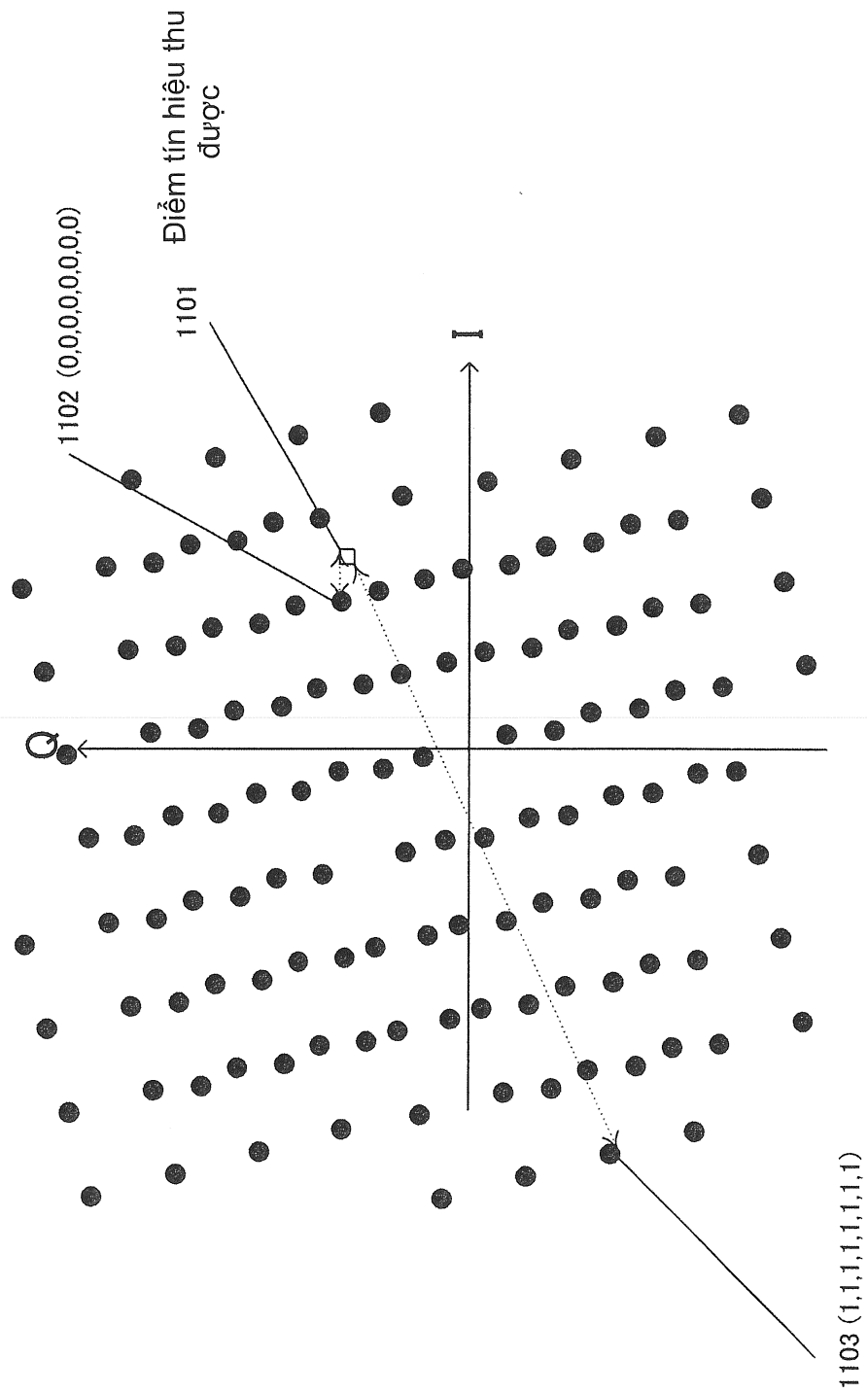


FIG. 12B

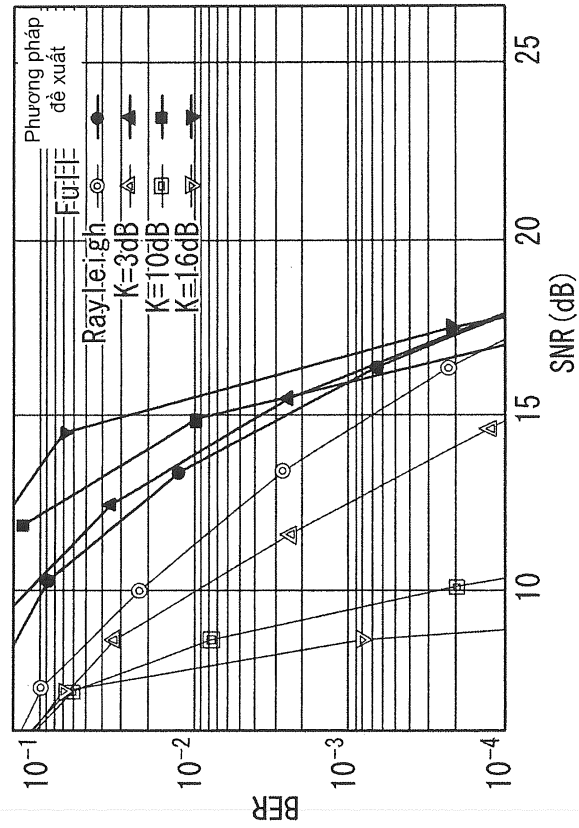


FIG. 12A

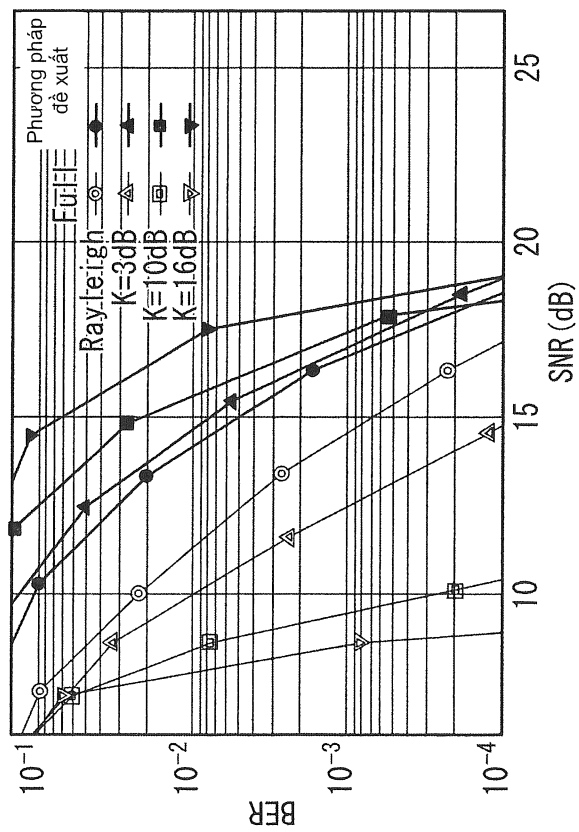


FIG. 13

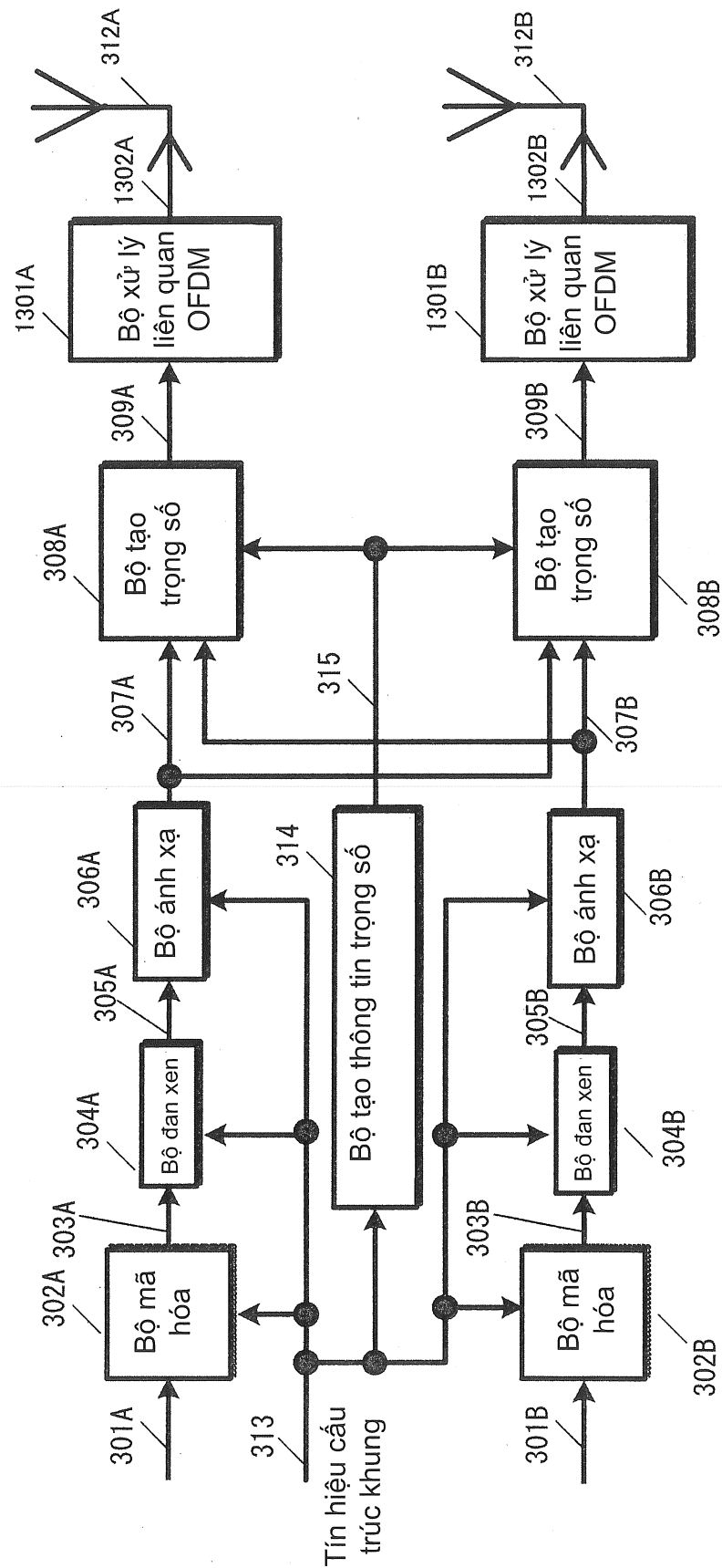


FIG. 14

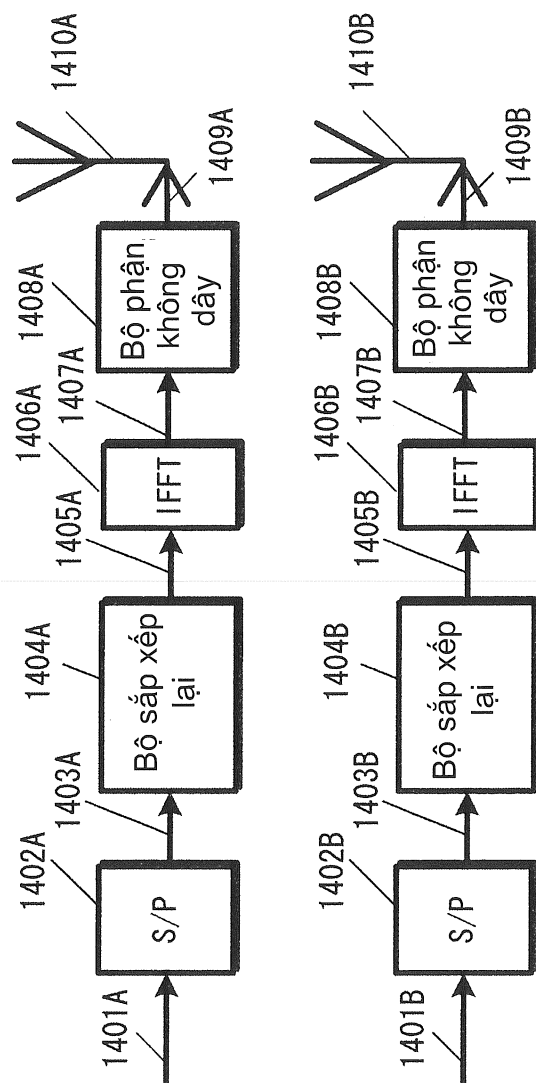


FIG. 15A

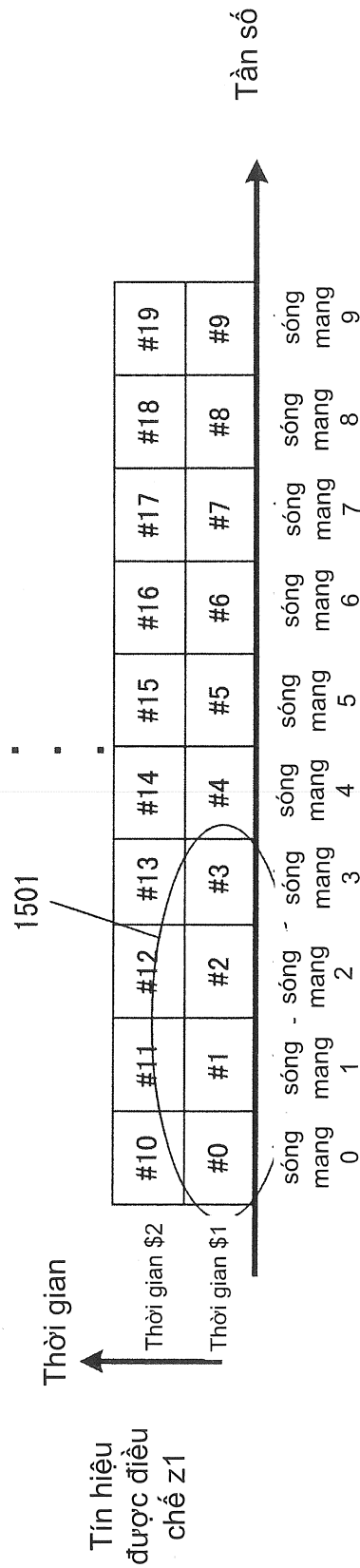


FIG. 15B

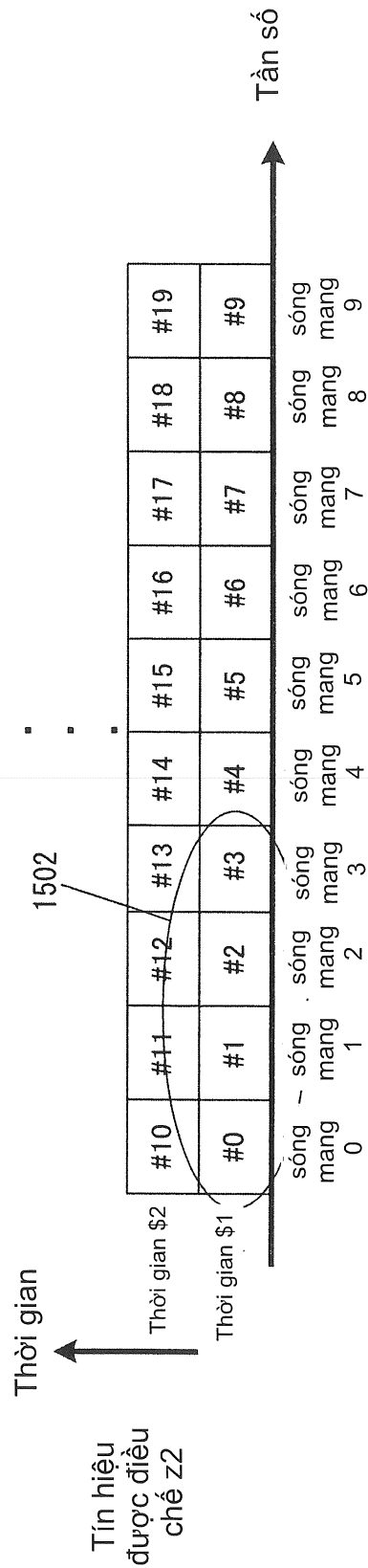


FIG. 16A

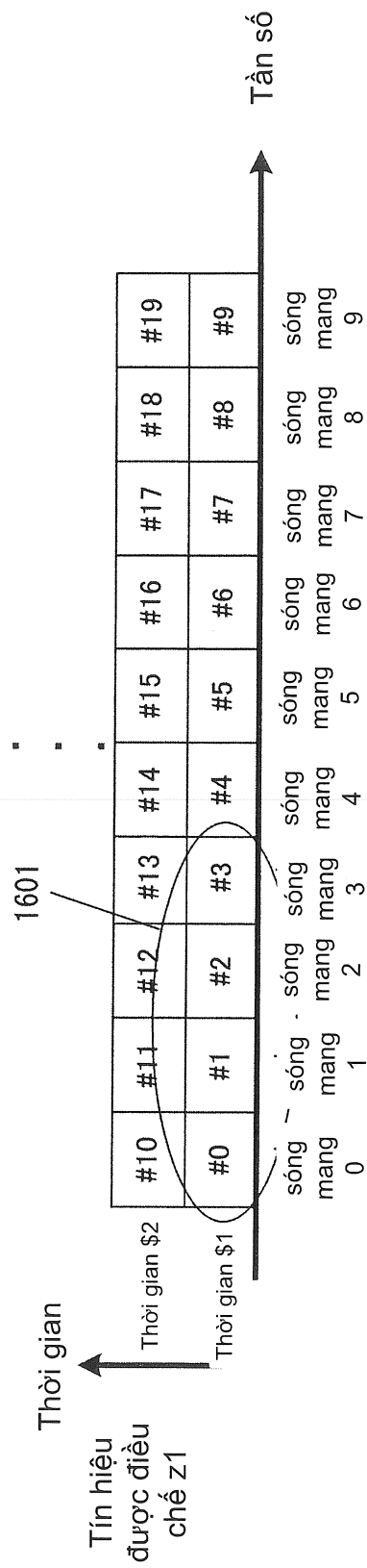


FIG. 16B

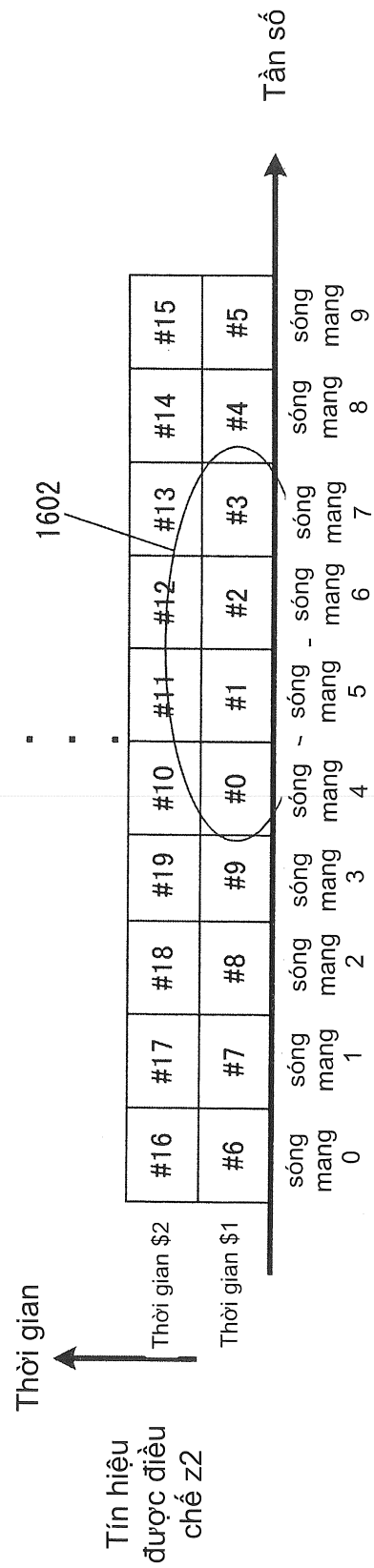


FIG. 17A

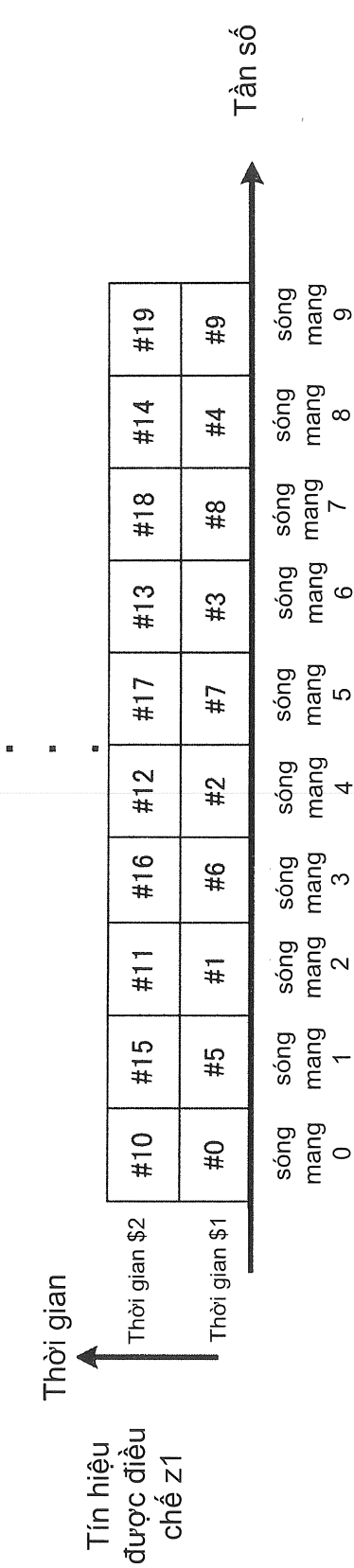


FIG. 17B

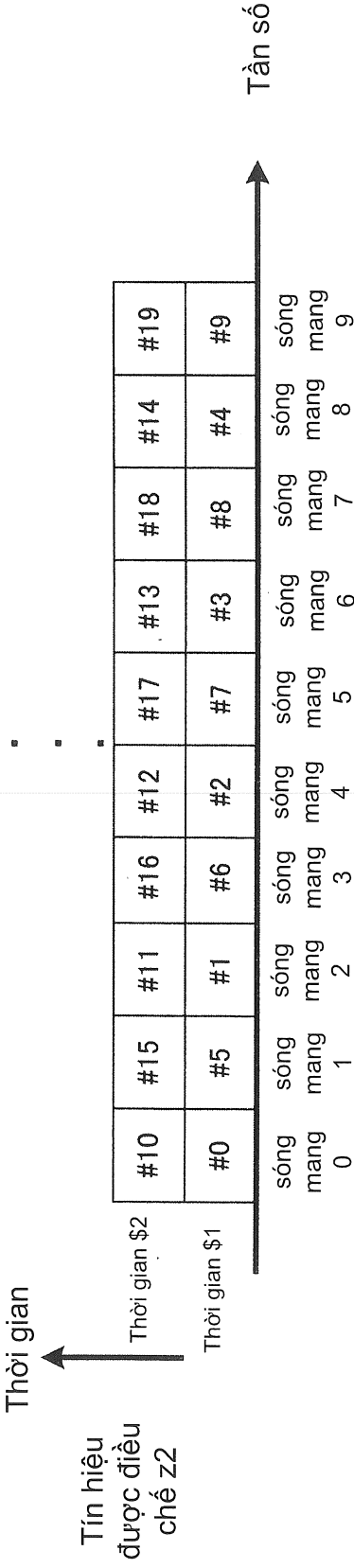


FIG. 18A

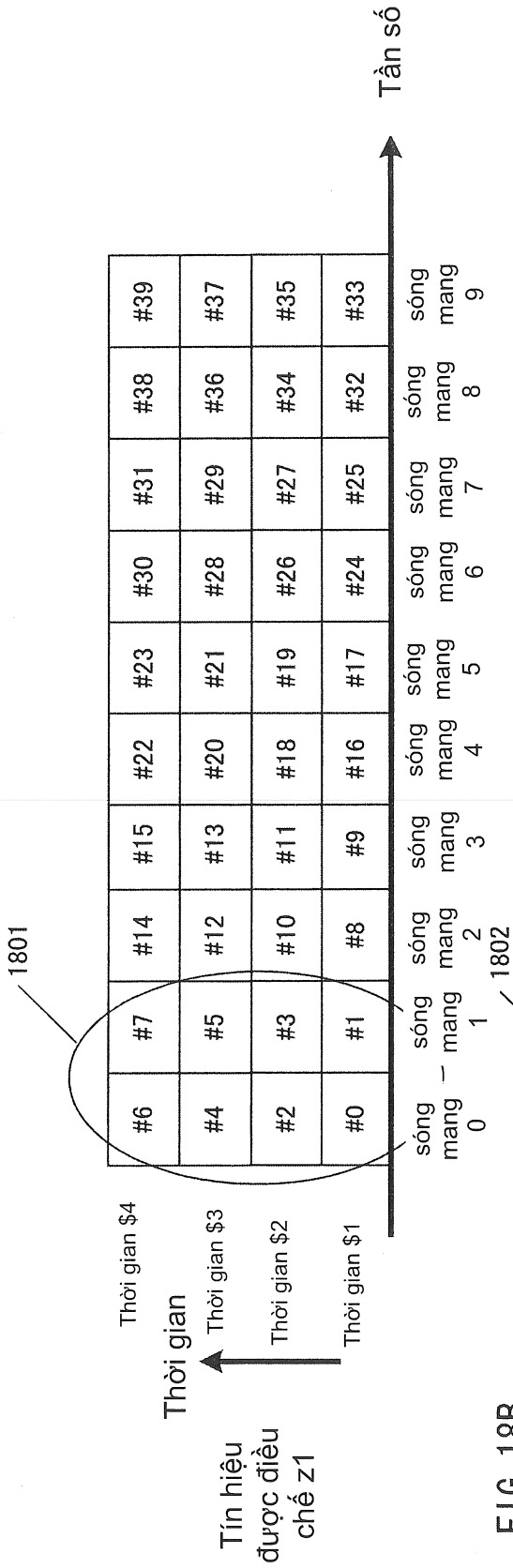


FIG. 18B

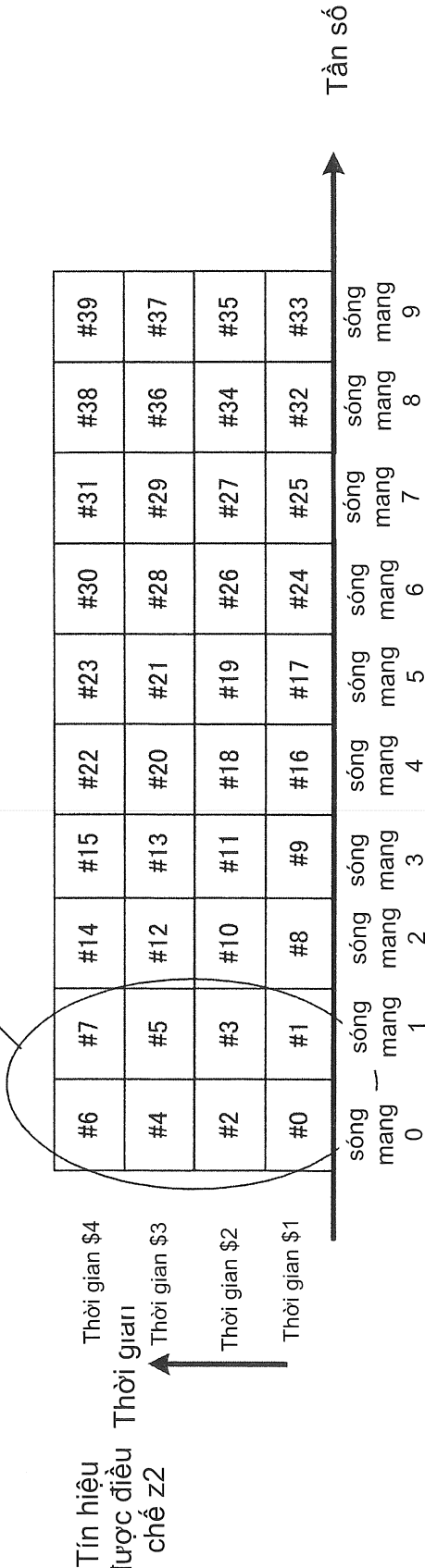


FIG. 19A

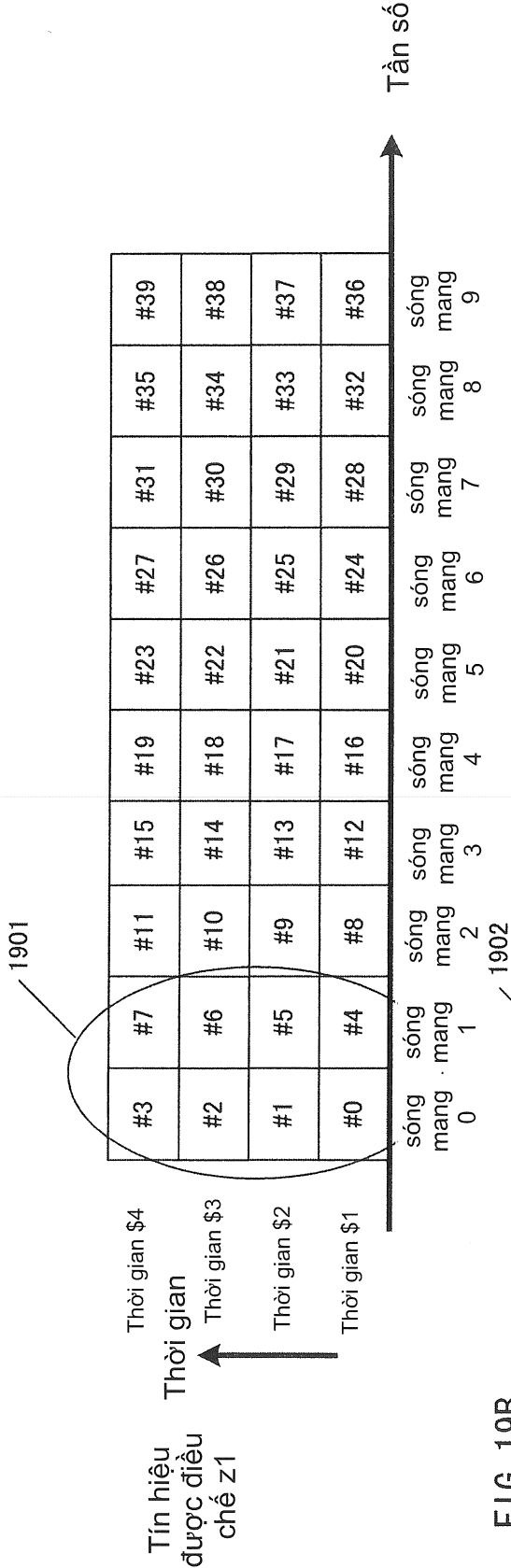


FIG. 19B

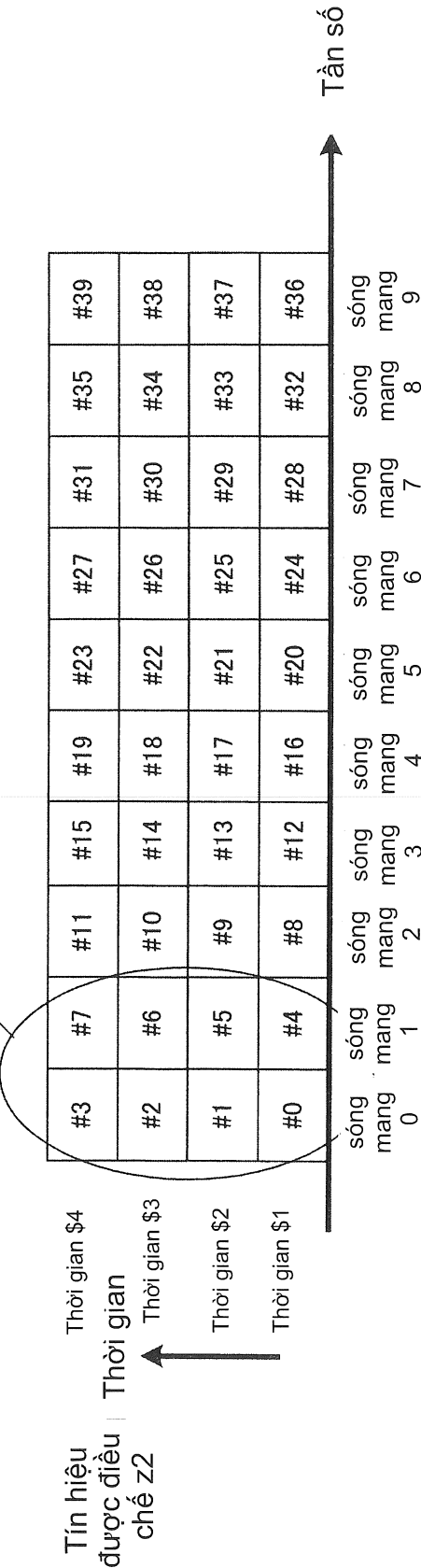


FIG. 20

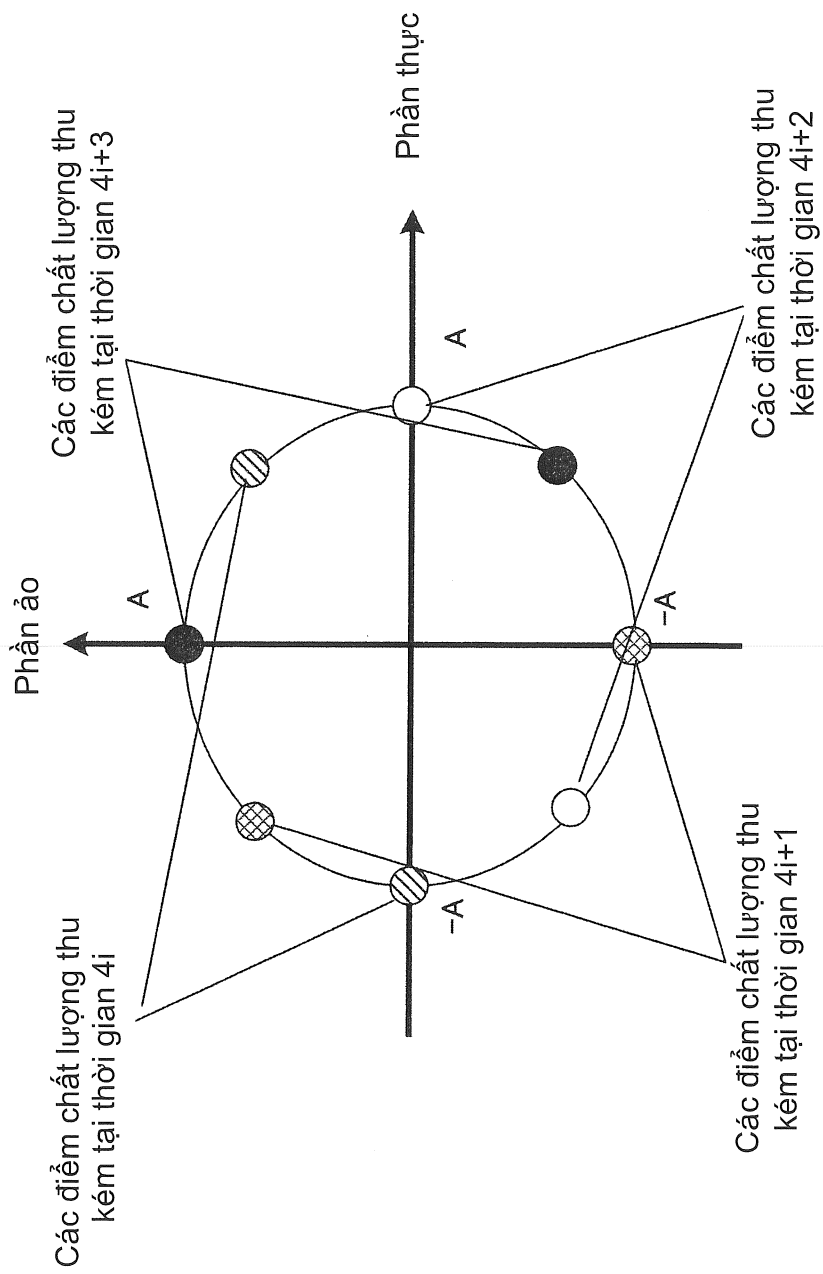


FIG. 21

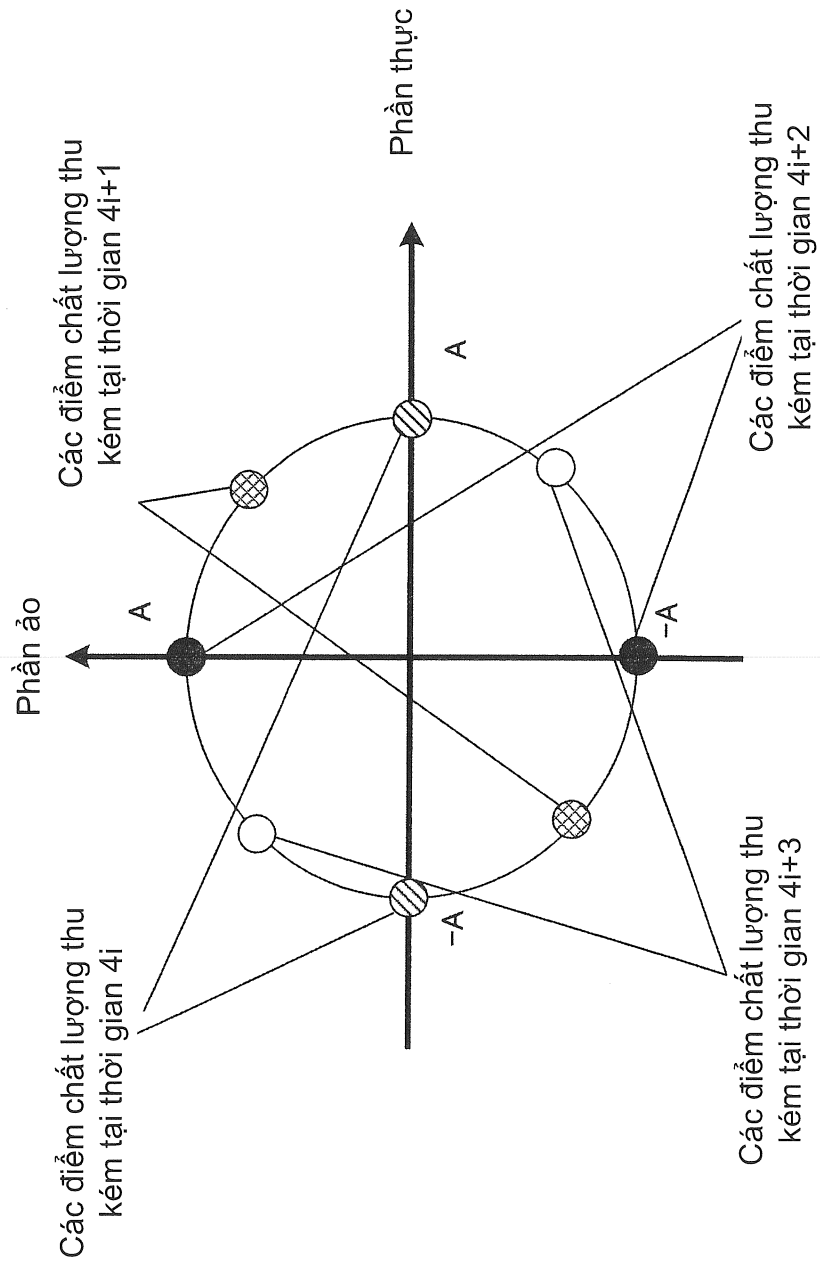


FIG. 22

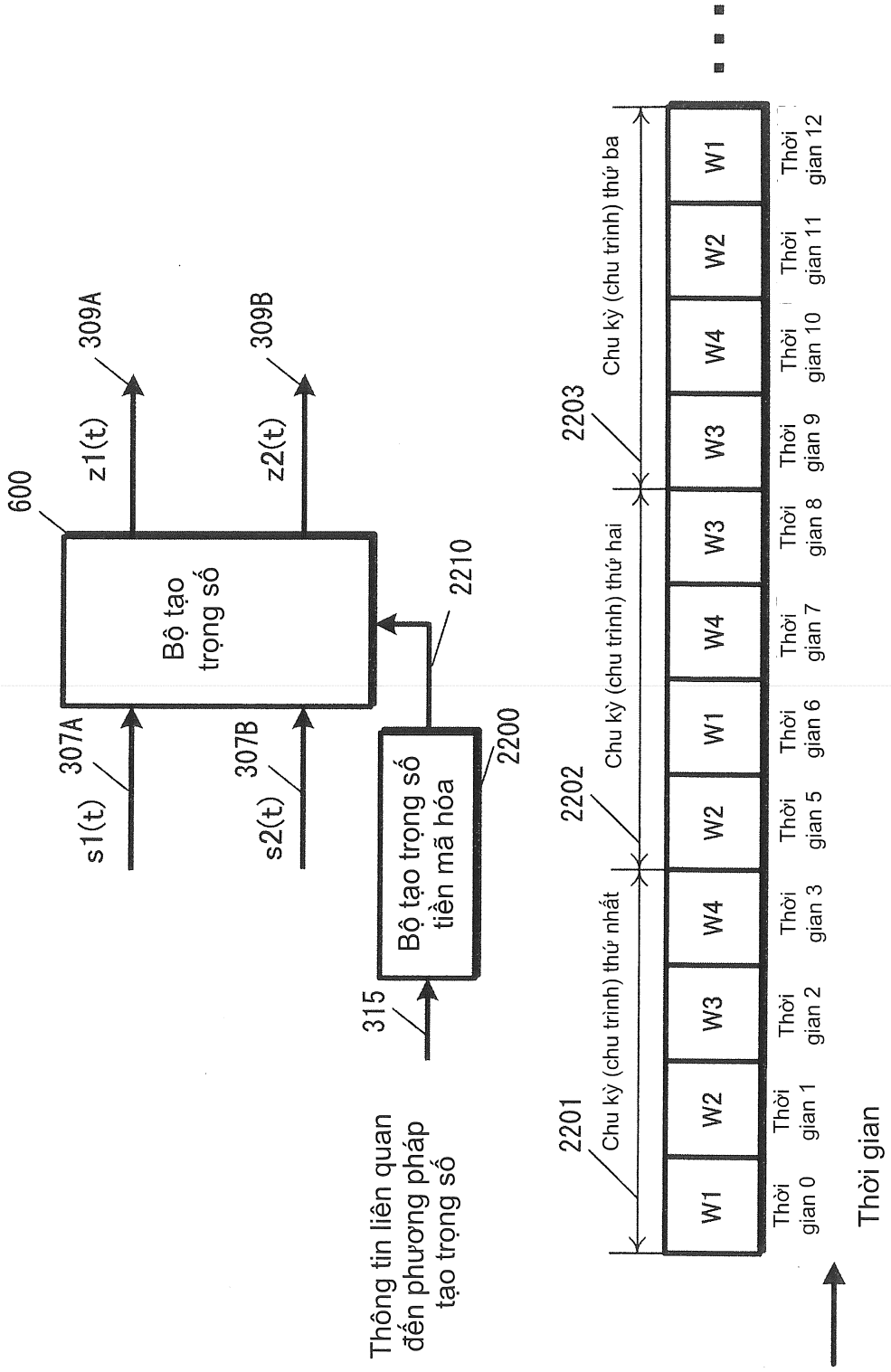


FIG. 23

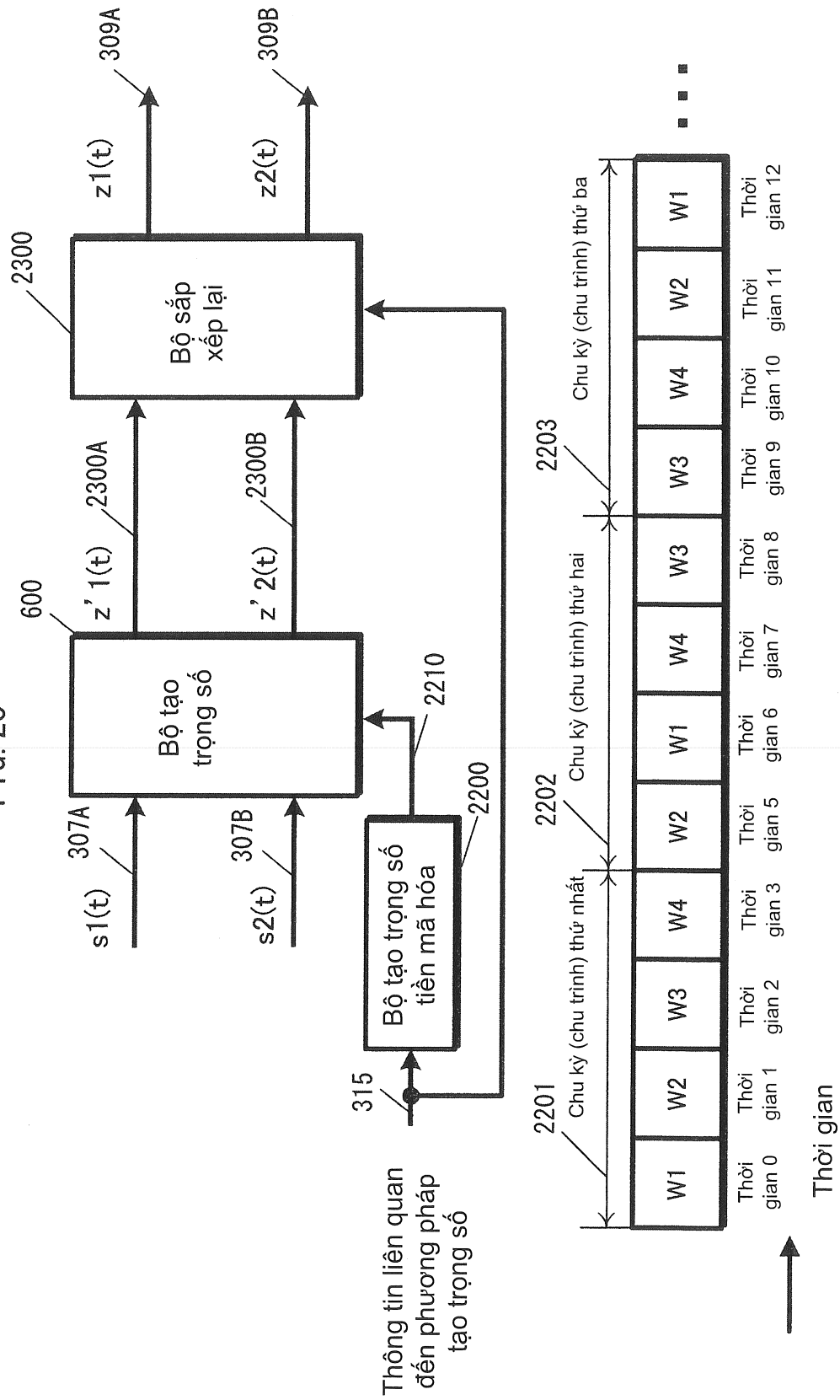


FIG. 24B

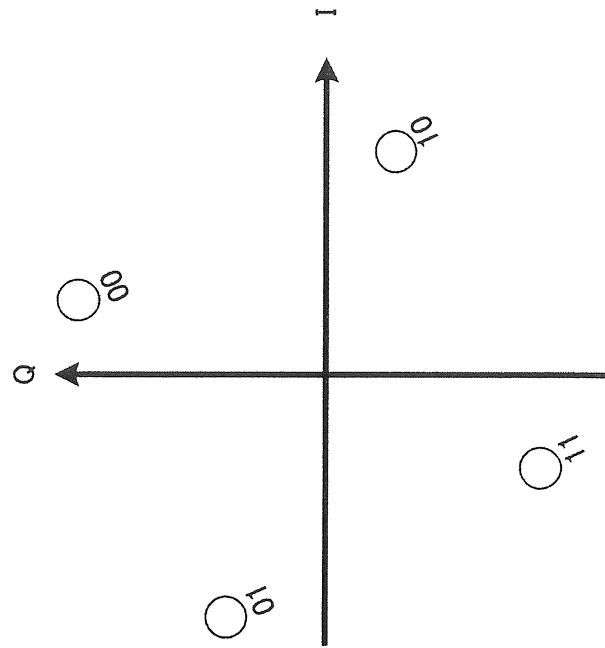


FIG. 24A

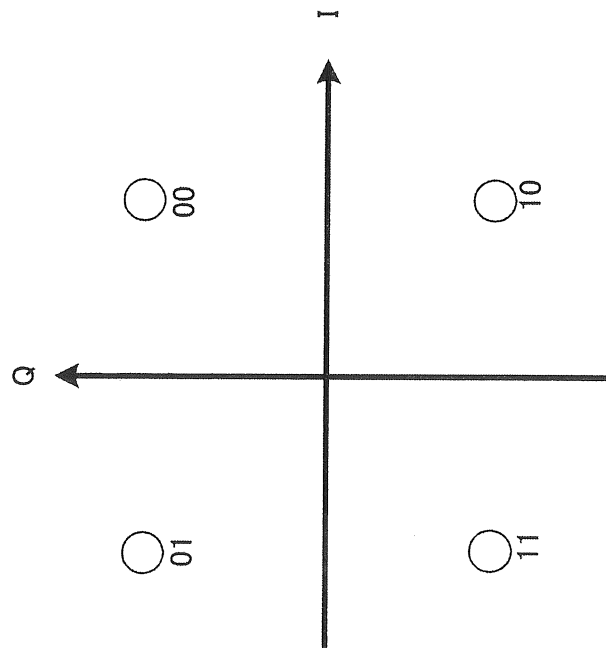


FIG. 25B

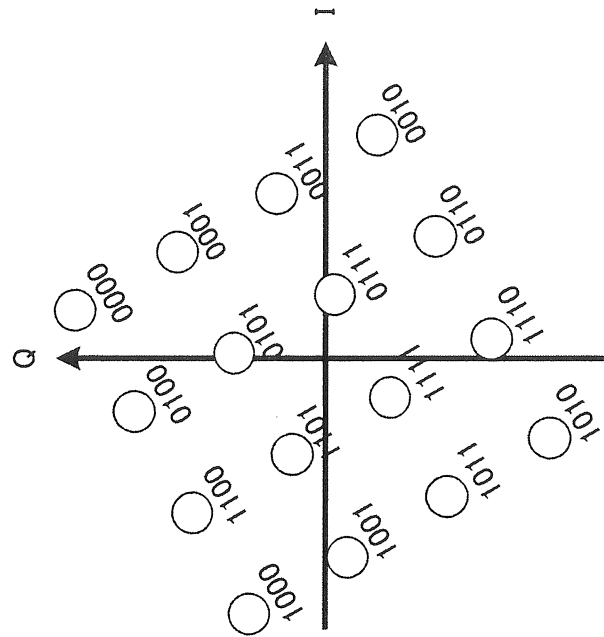


FIG. 25A

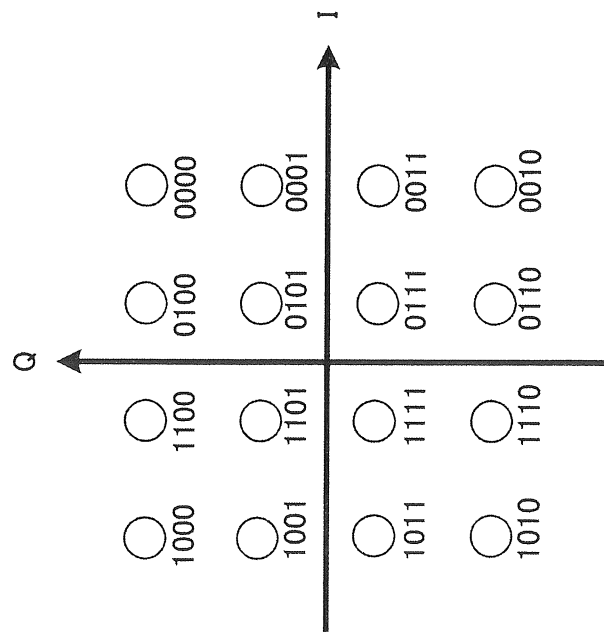


FIG. 26

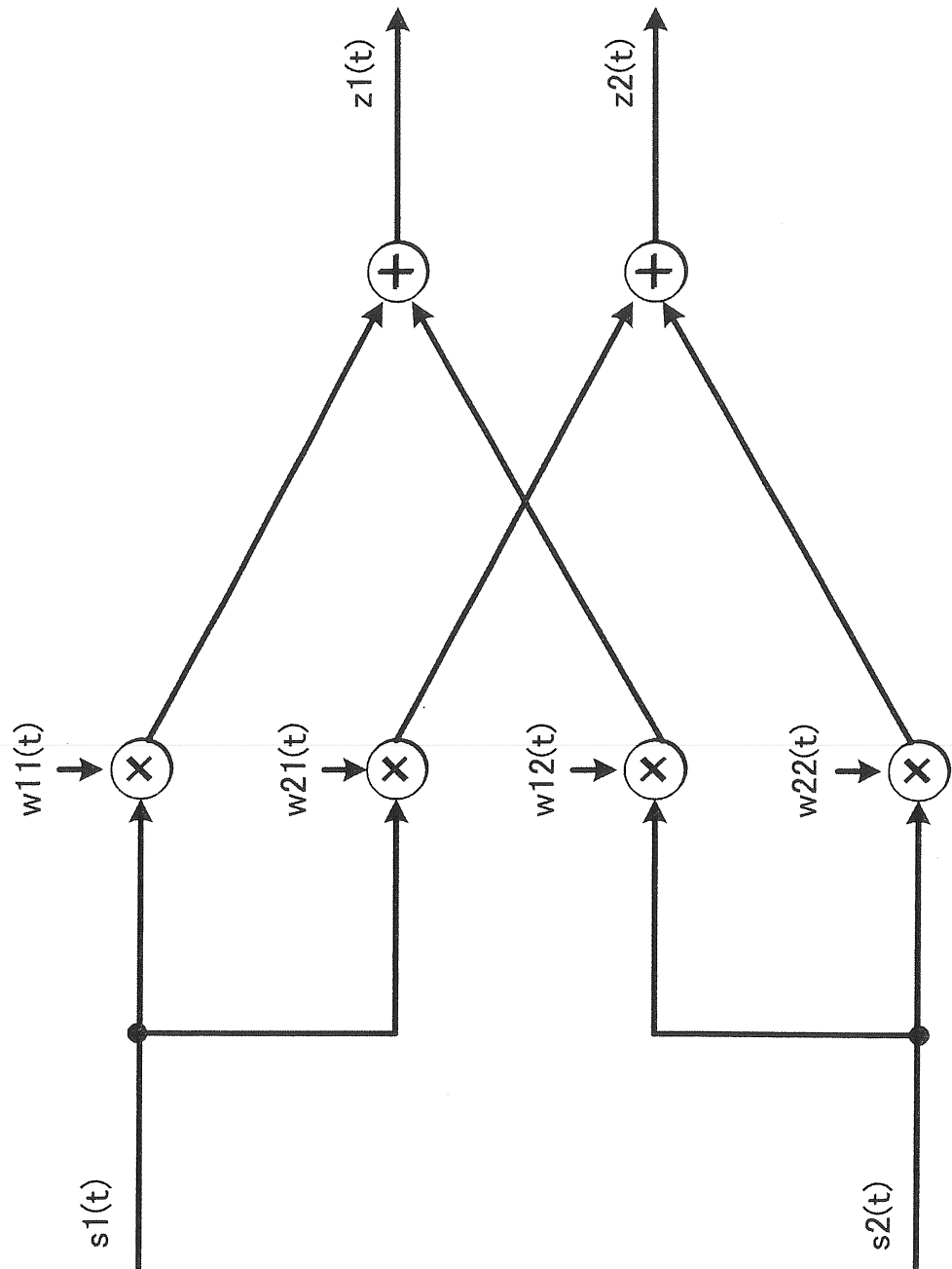


FIG. 27

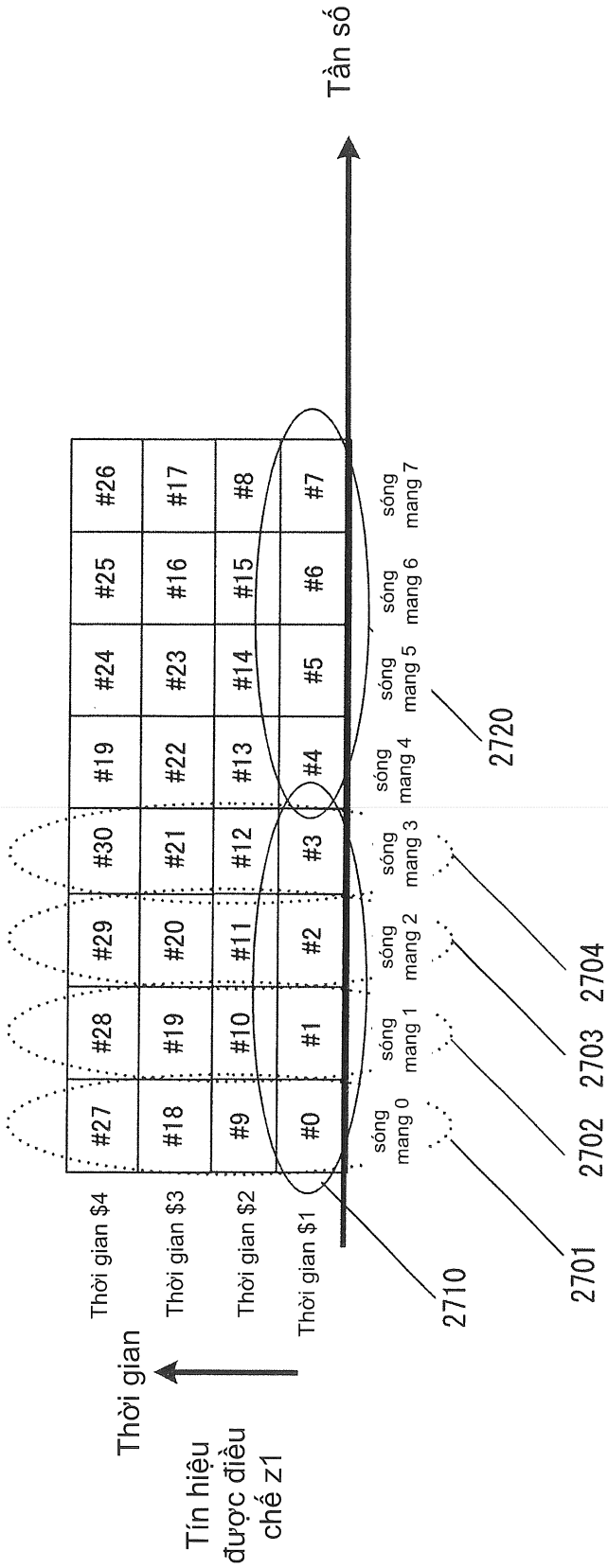


FIG. 28

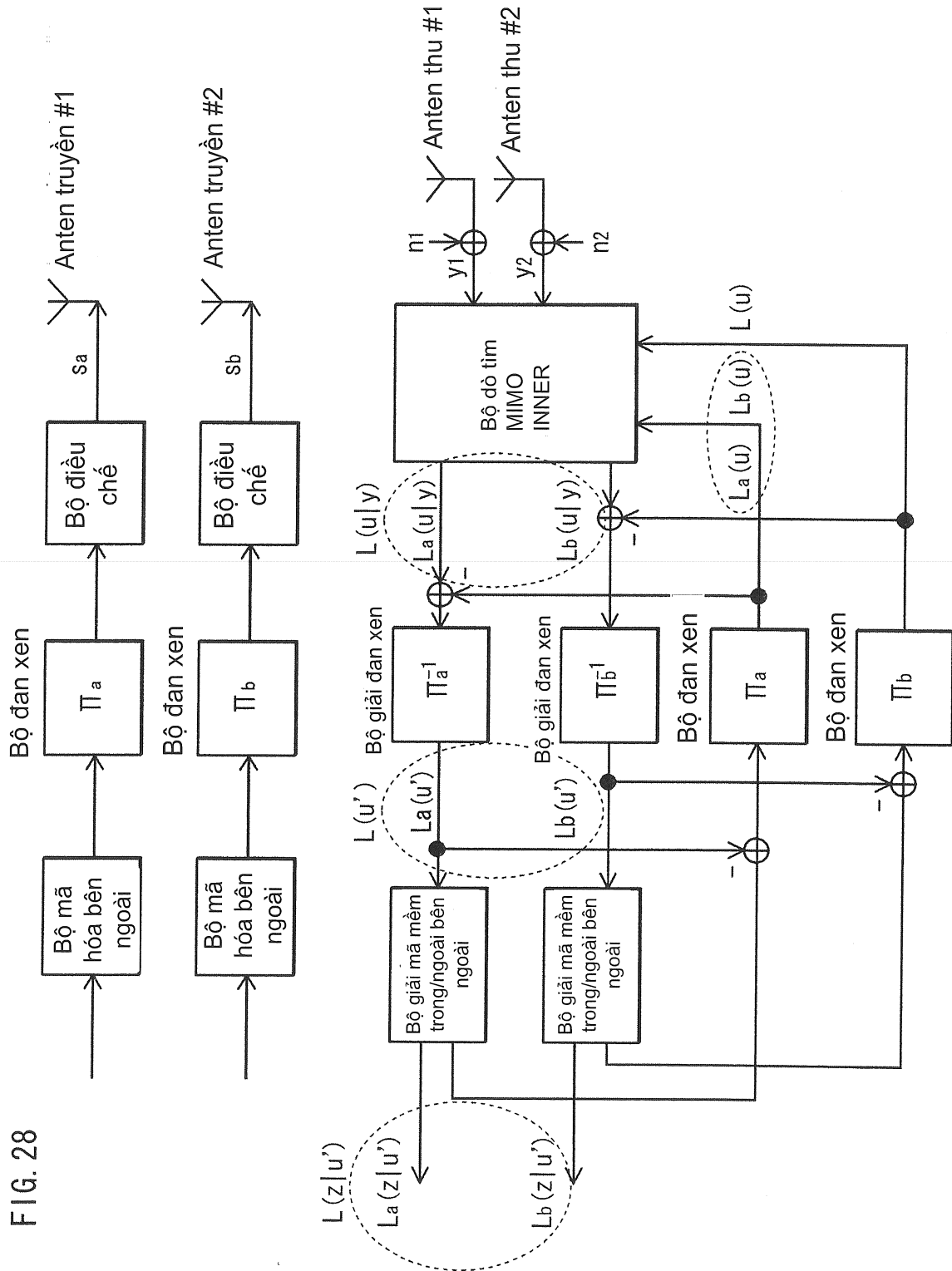


FIG. 29B

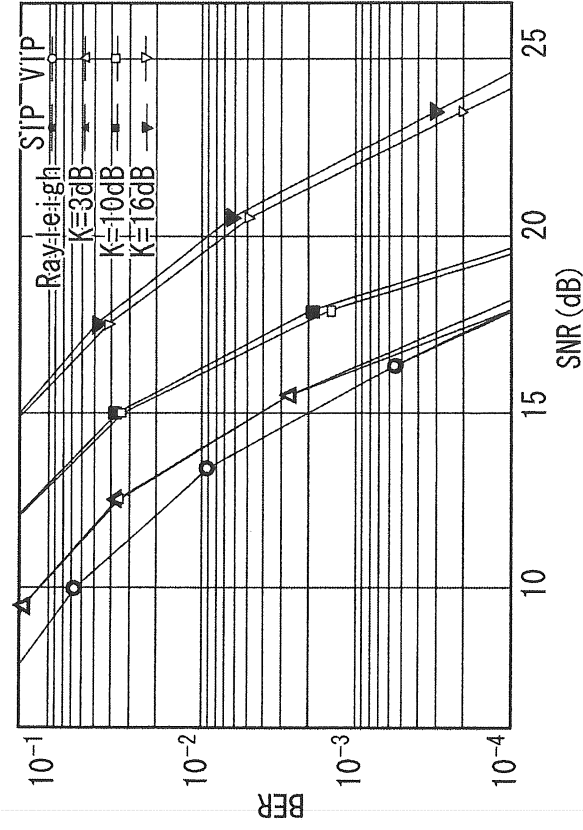


FIG. 29A

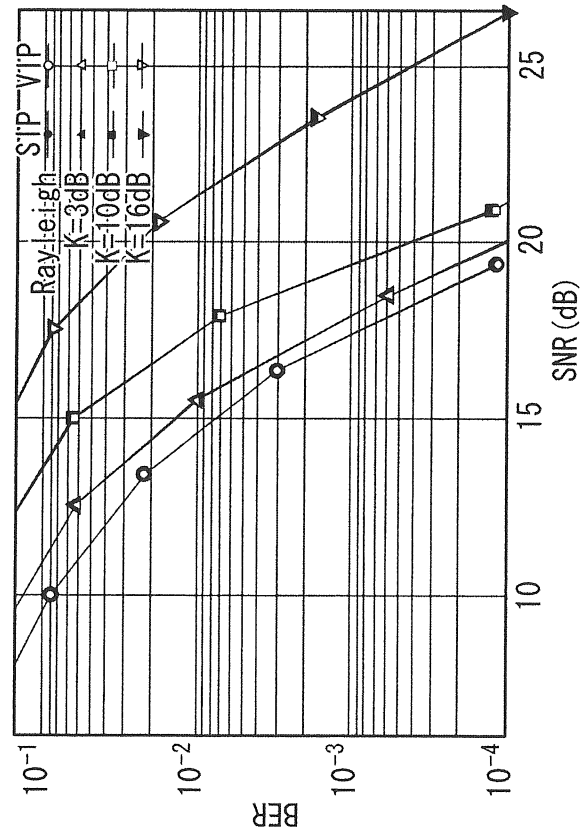


FIG. 30

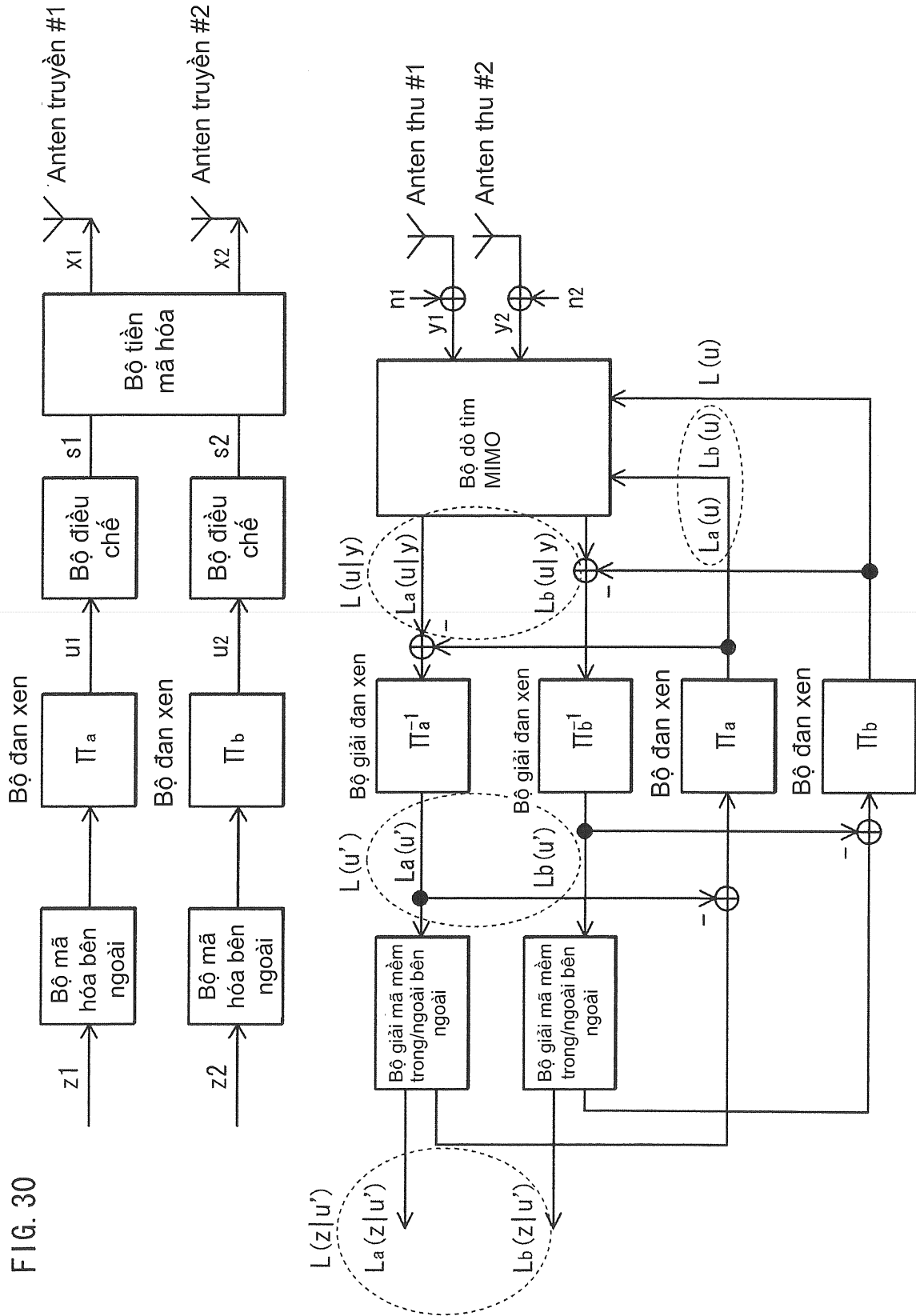


FIG. 31A

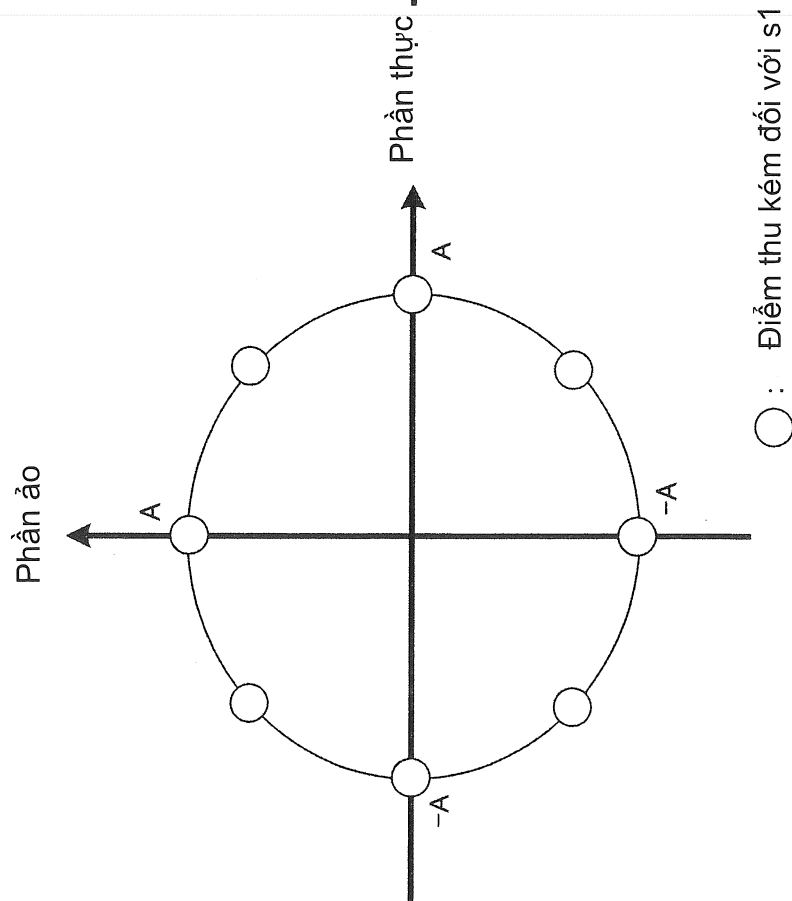


FIG. 31B

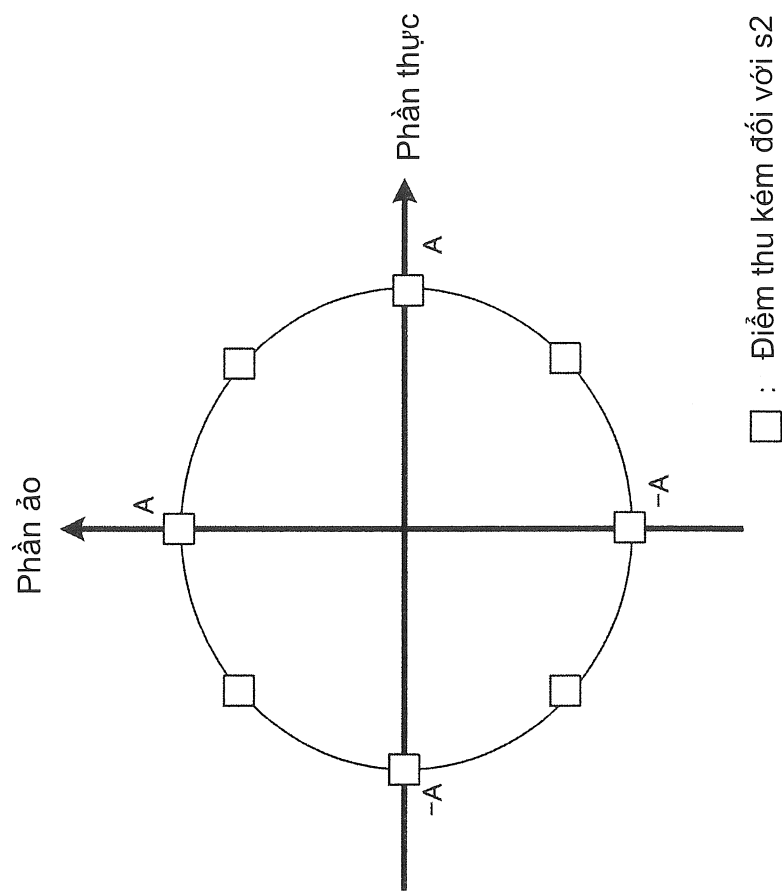


FIG. 32

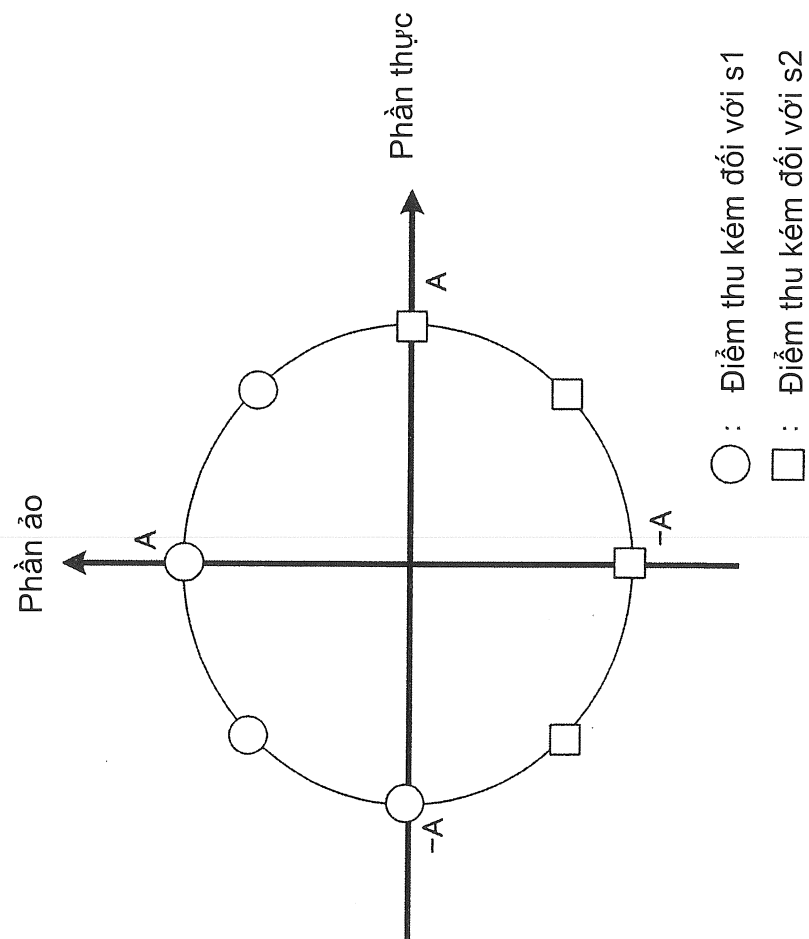
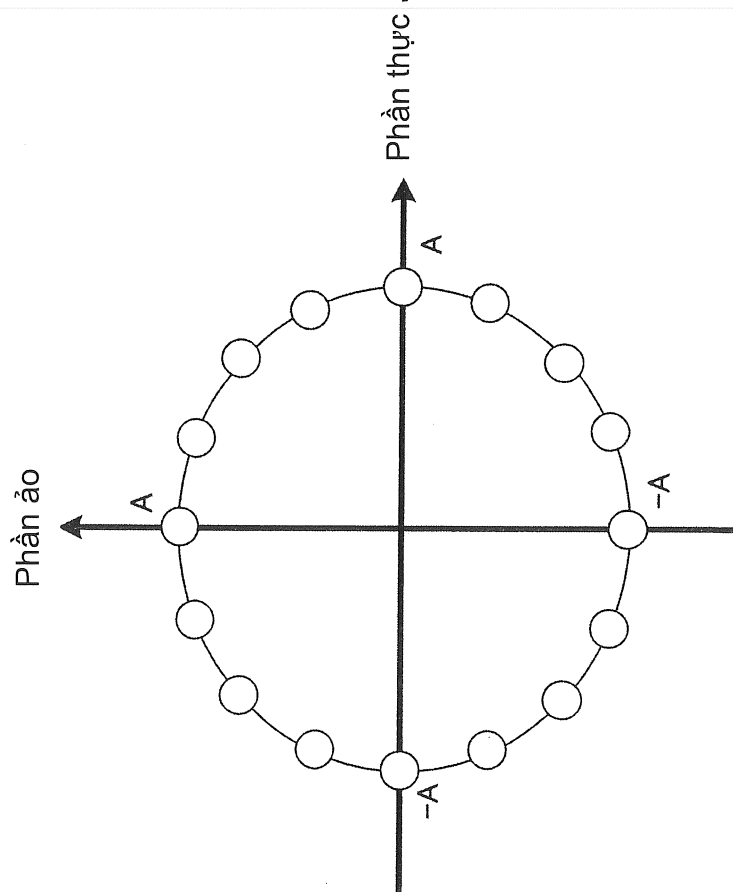
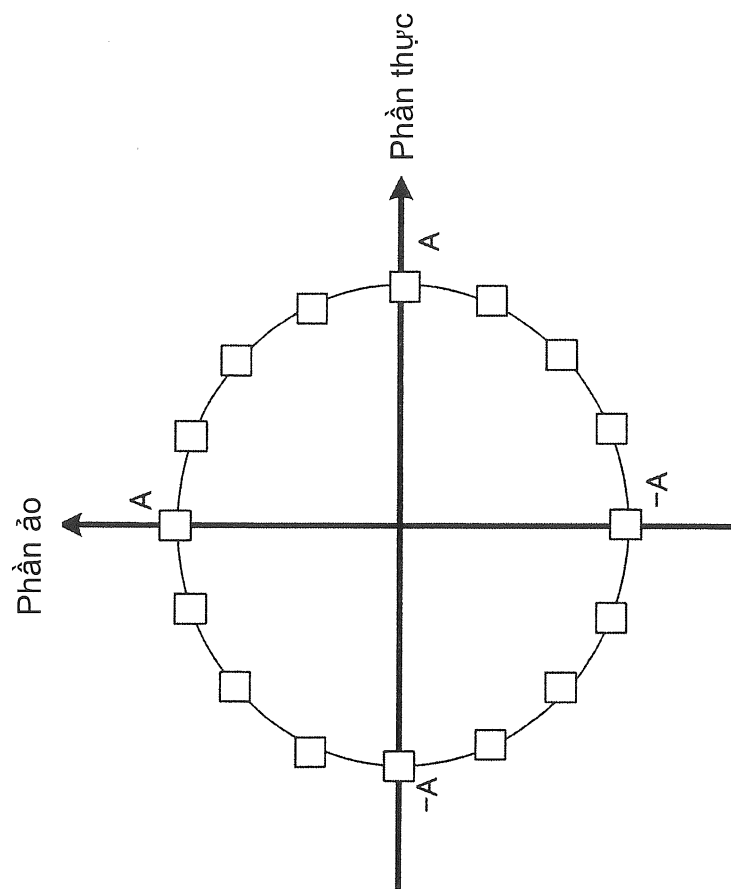


FIG. 33A



○ : Điểm thu kém đối với s1

FIG. 33B



□ : Điểm thu kém đối với s2

FIG. 34

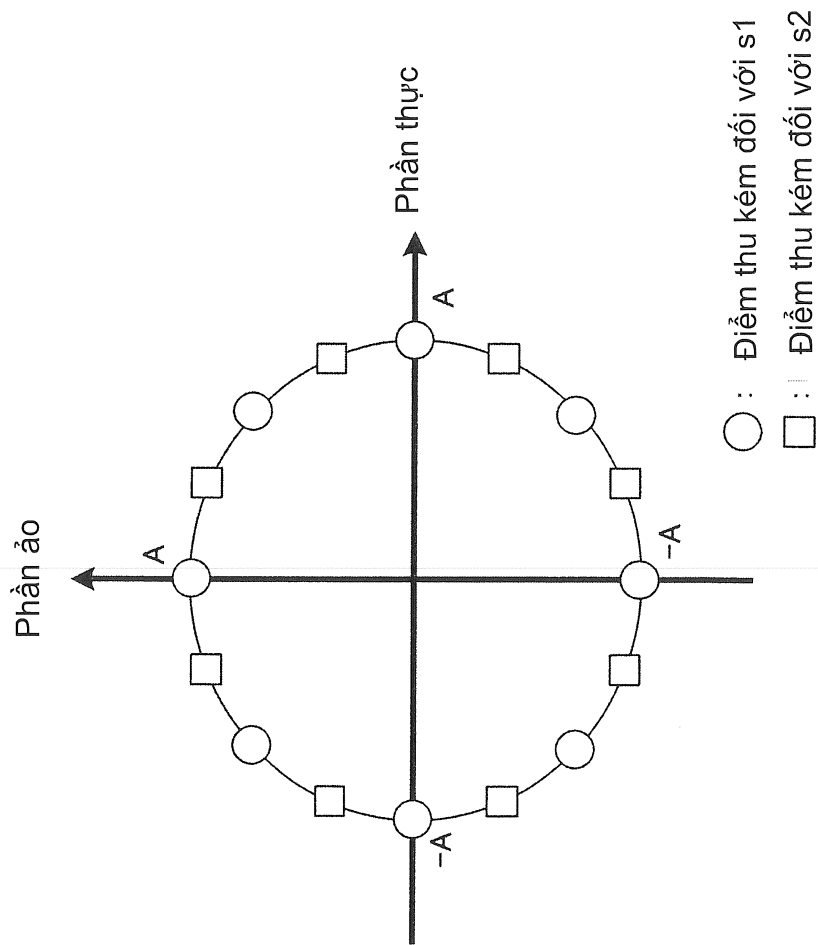


FIG. 35A

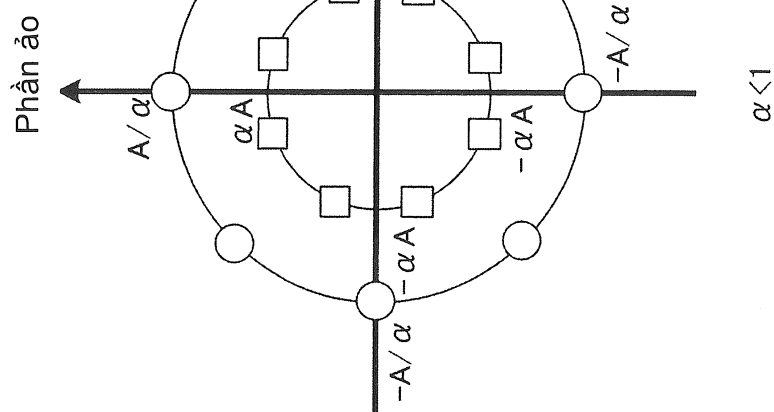


FIG. 35B

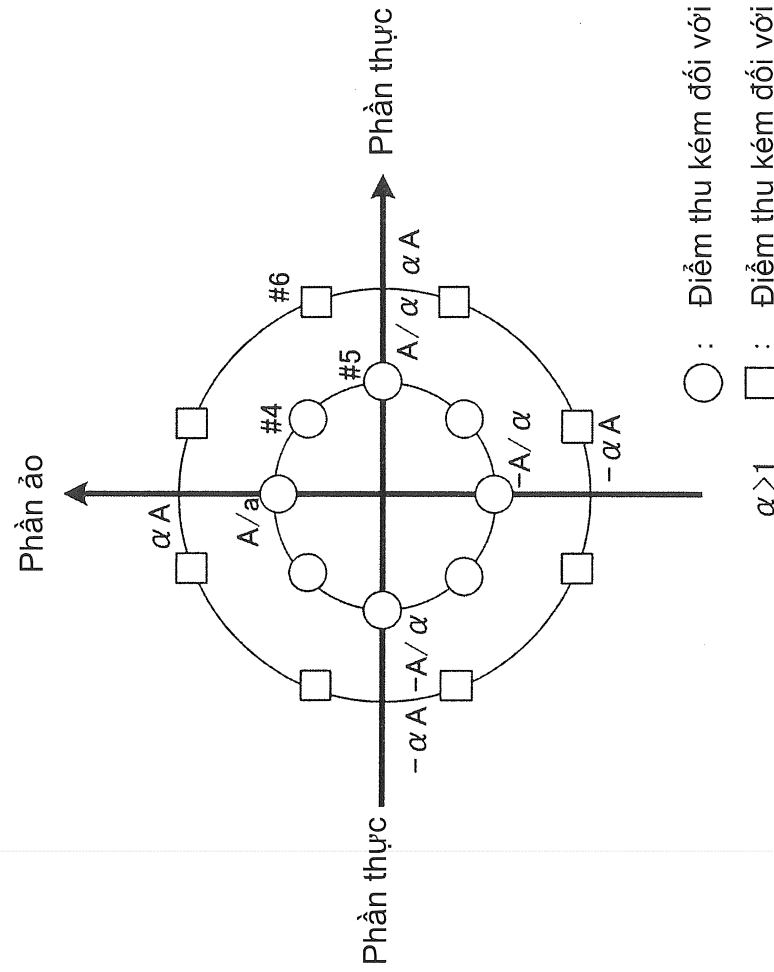


FIG. 36

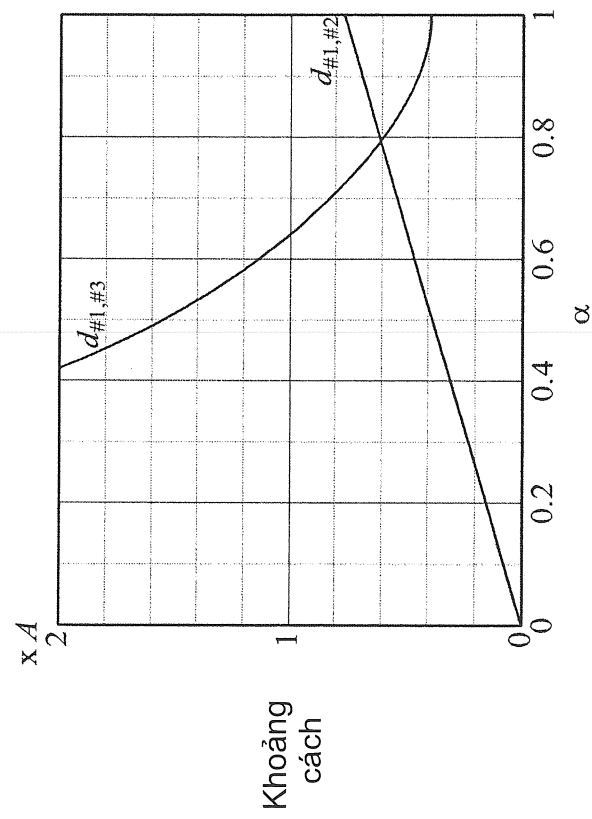


FIG. 37

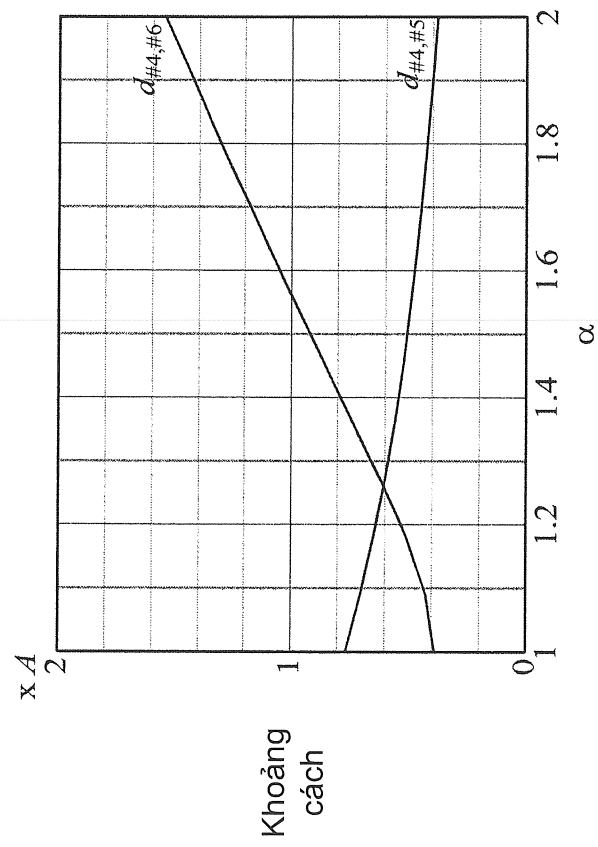


FIG. 38A

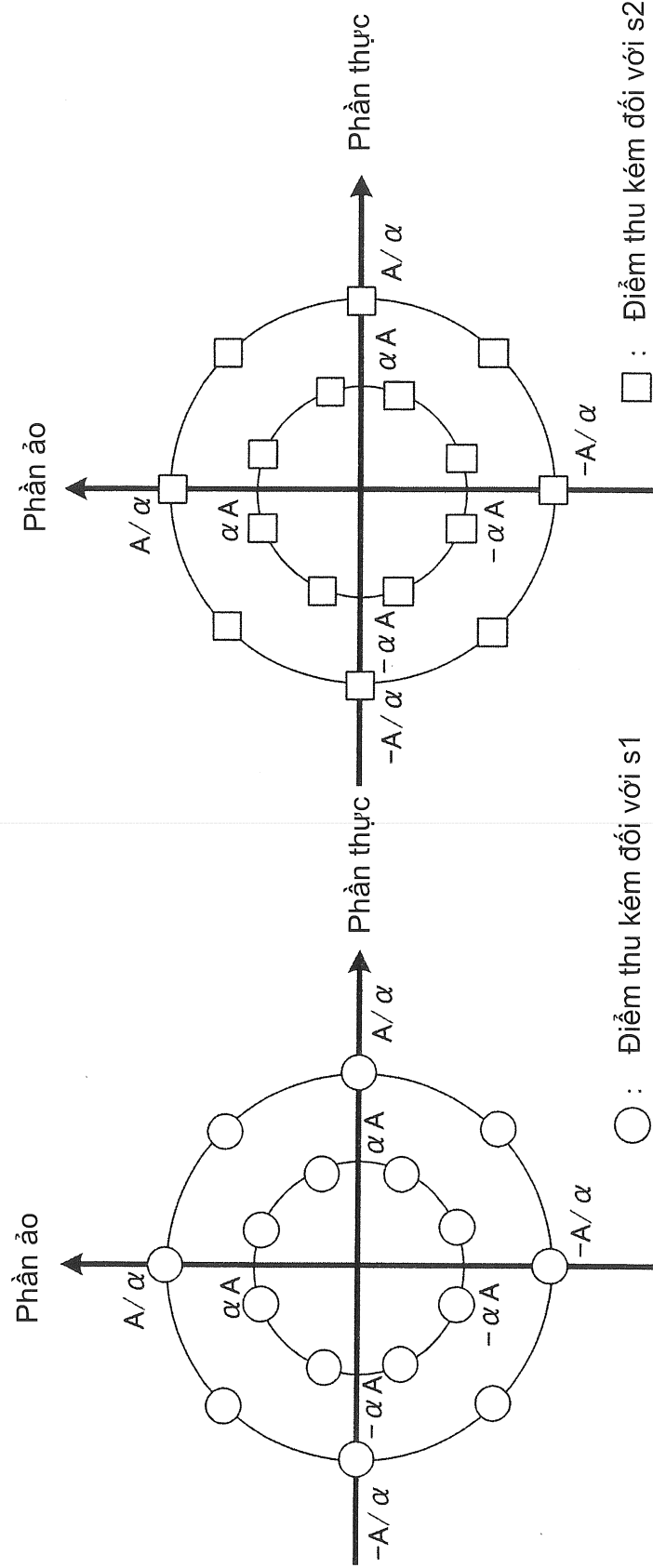


FIG. 38B

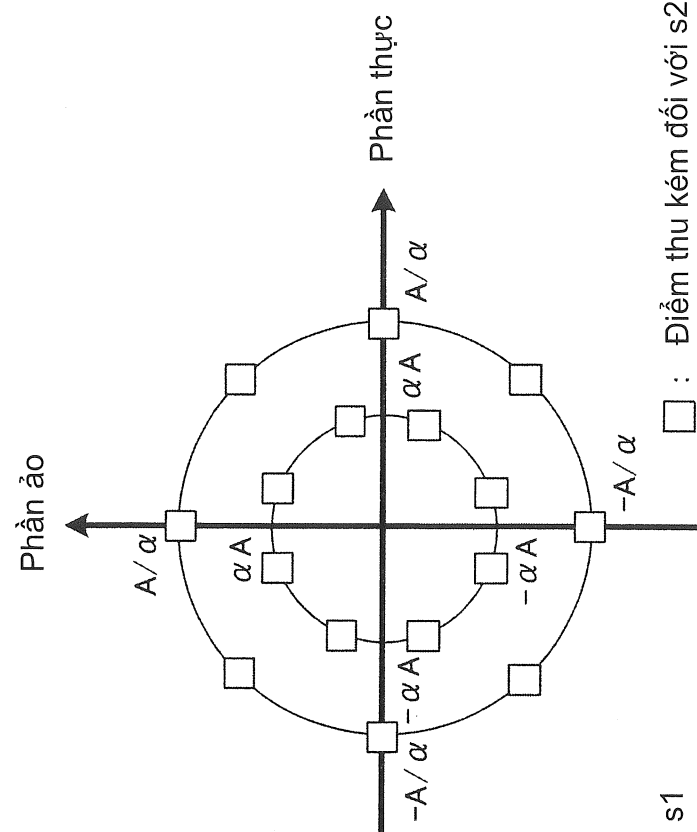
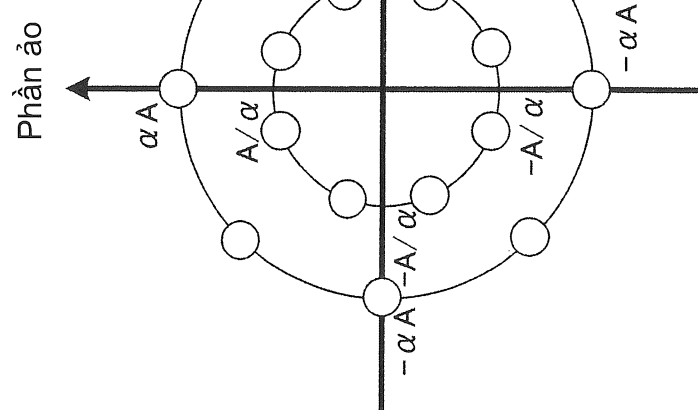
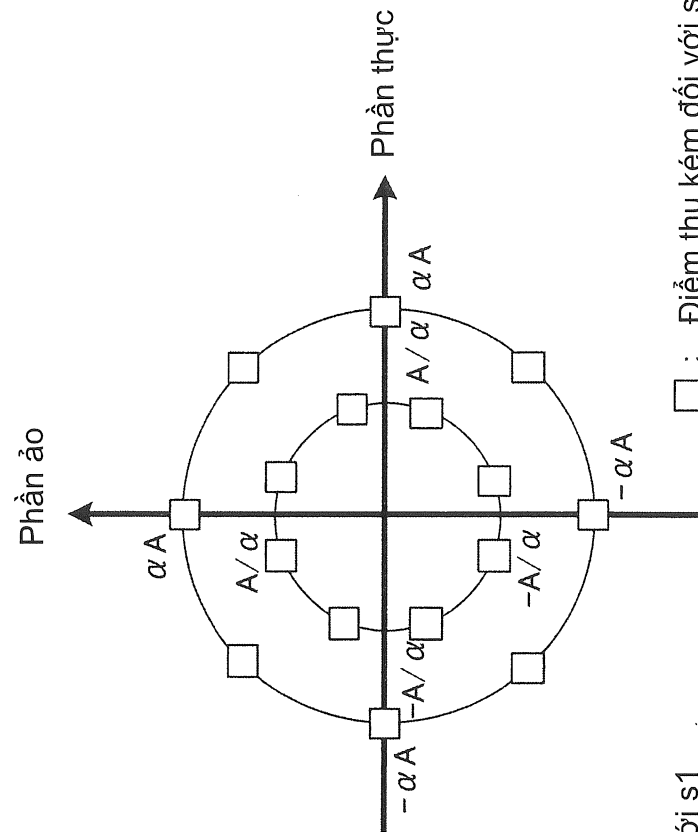


FIG. 39A



○ : Điểm thu kém đối với s1

FIG. 39B



□ : Điểm thu kém đối với s2

FIG. 40

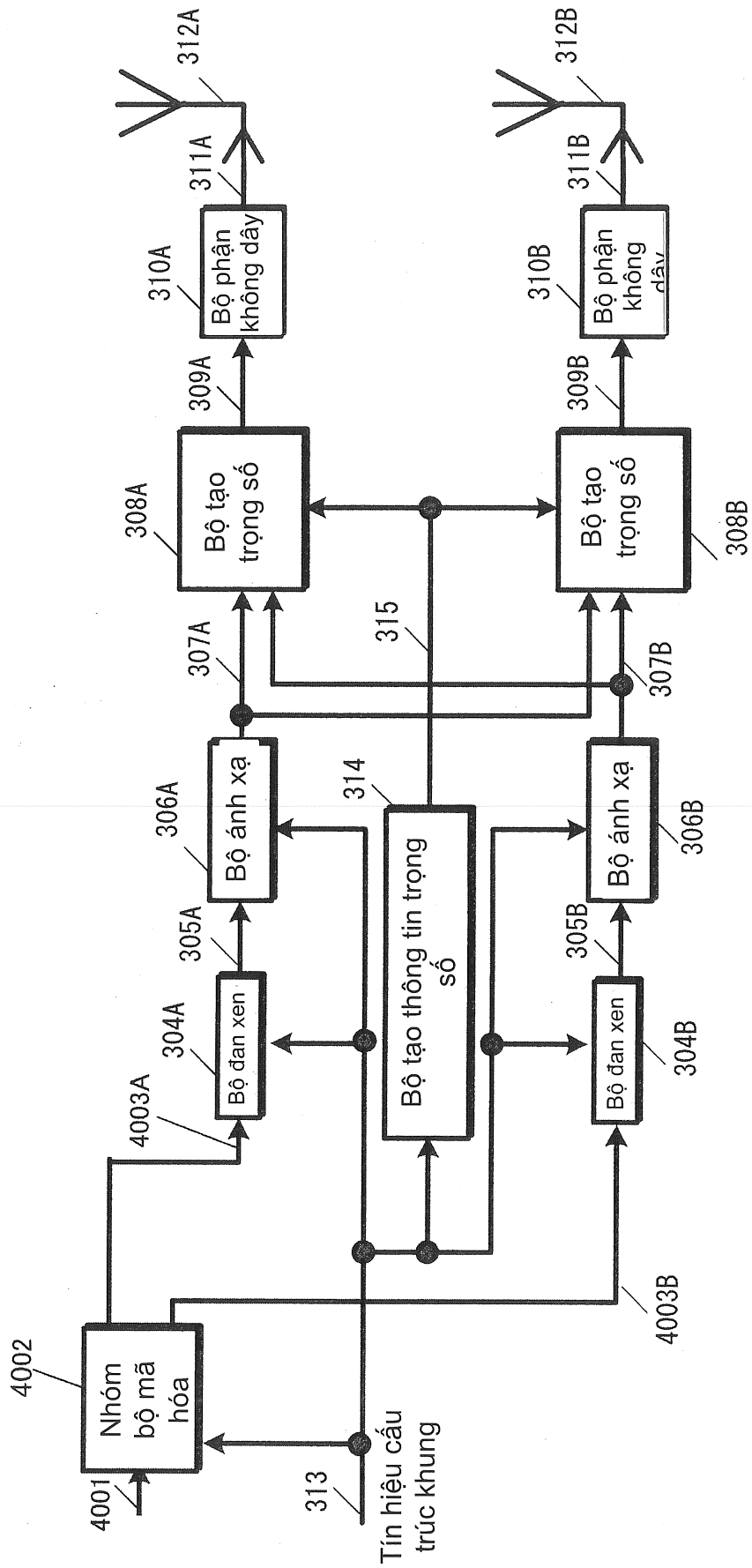


FIG. 41

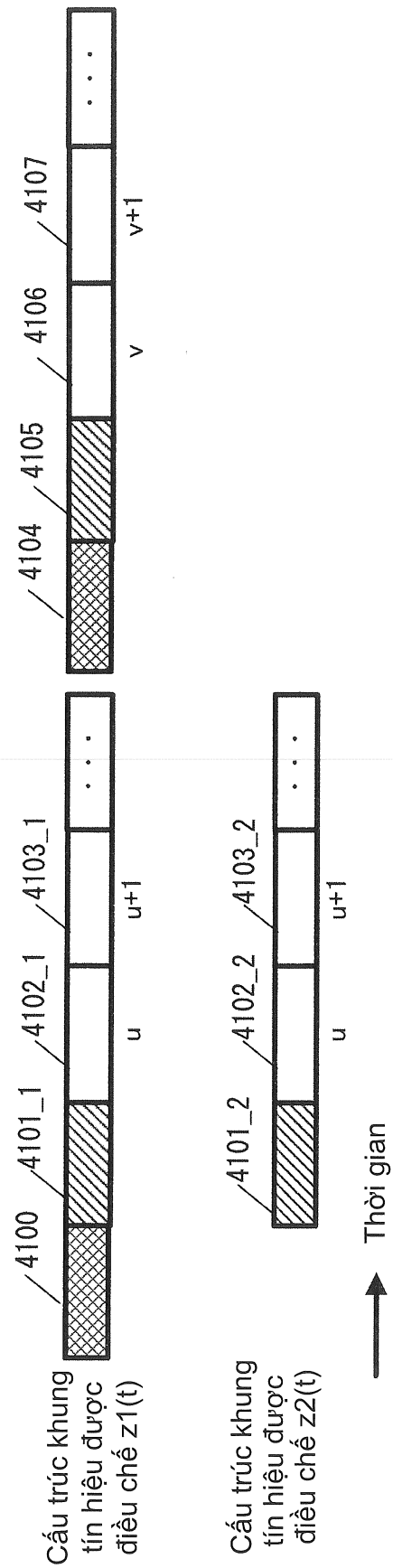


FIG. 42A

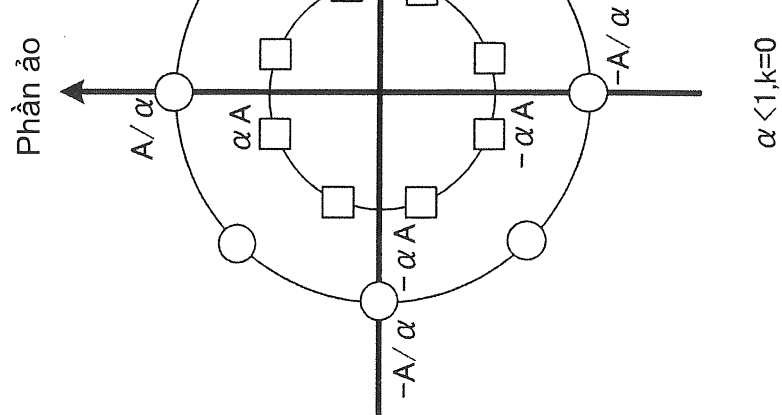
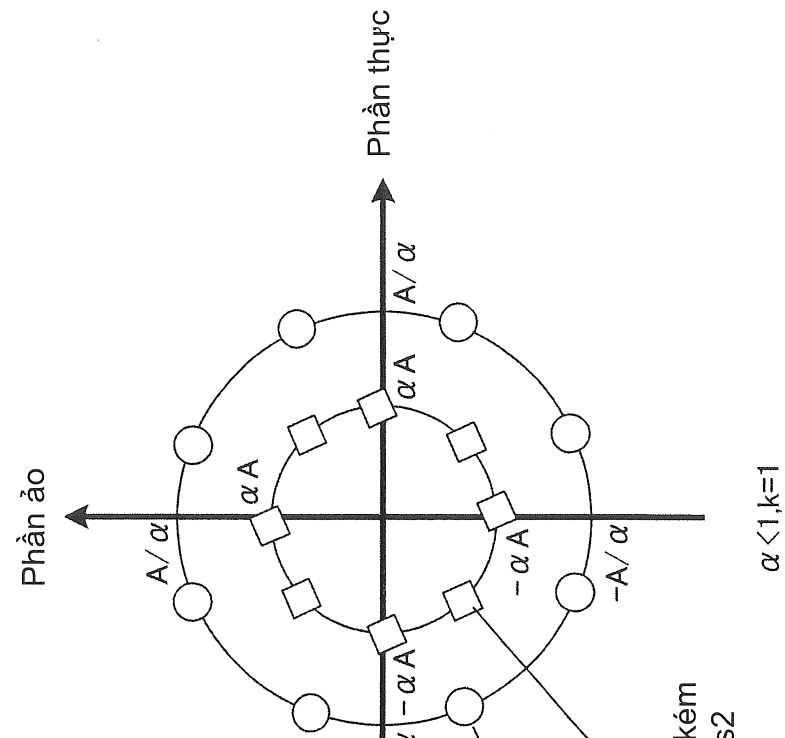


FIG. 42B



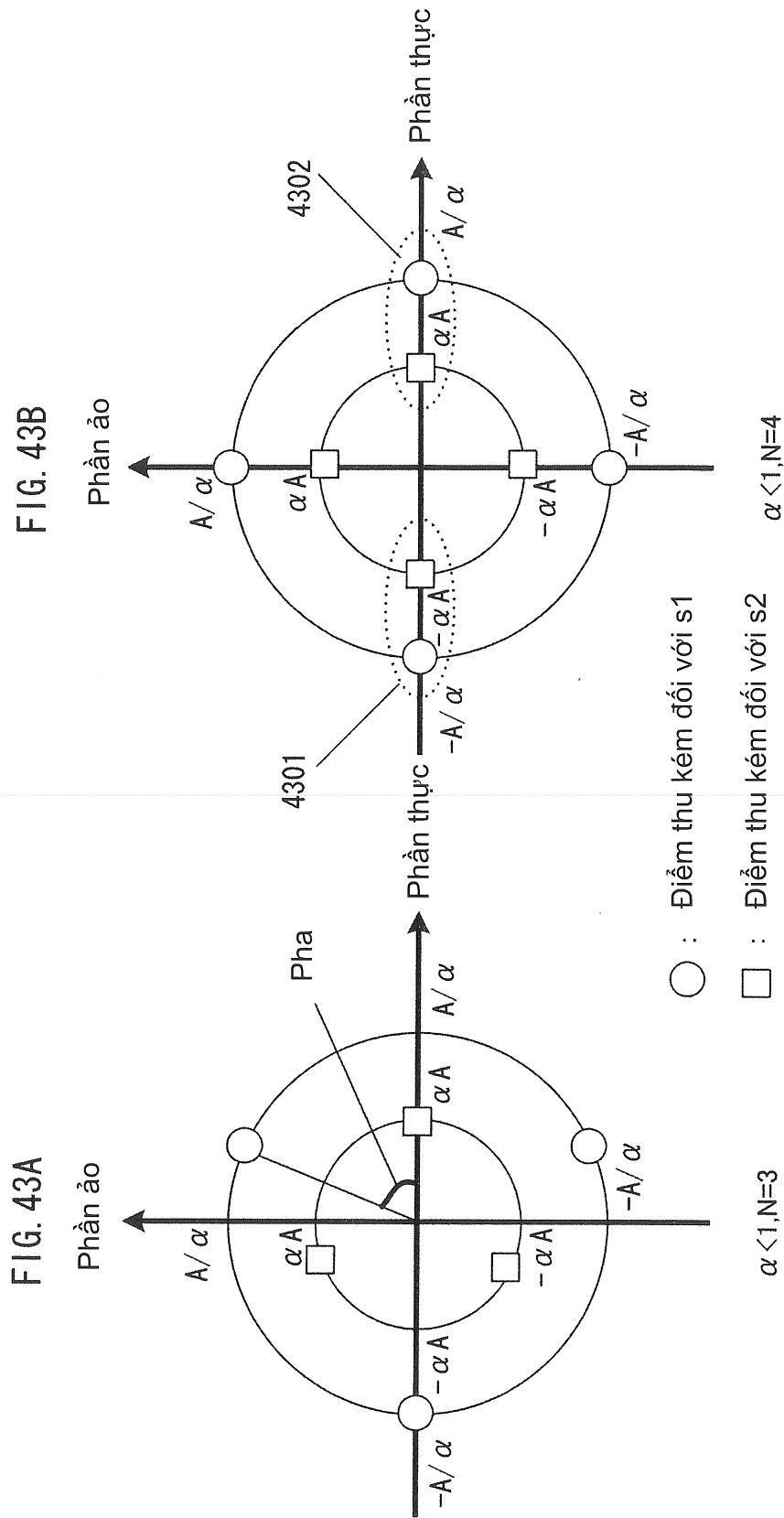


FIG. 44A

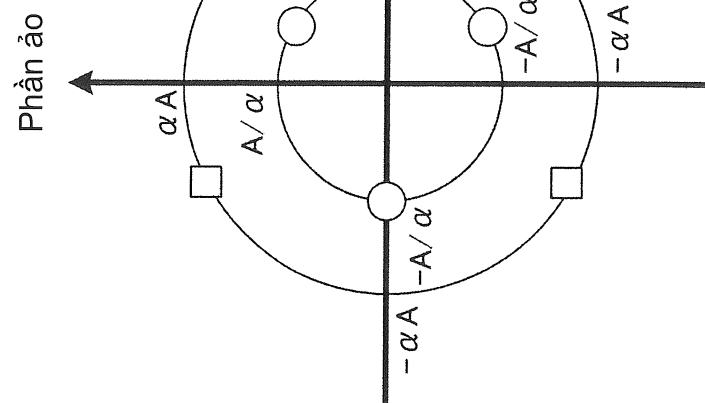
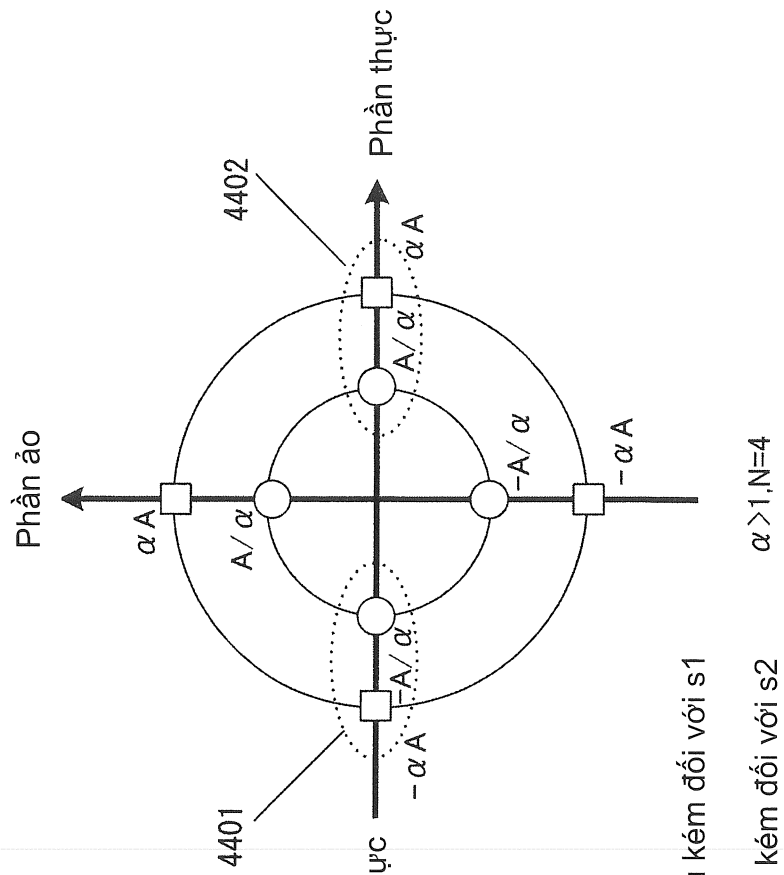
 $\alpha > 1, N=3$

FIG. 44B

 $\alpha > 1, N=4$

○ : Điểm thu kém đối với s1

□ : Điểm thu kém đối với s2

FIG. 45A

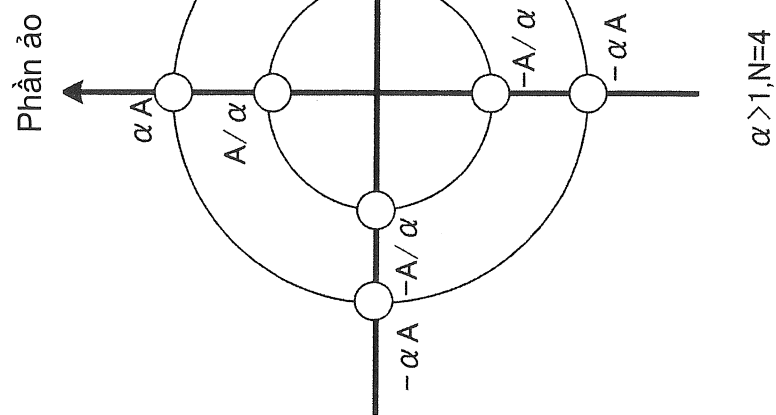


FIG. 45B

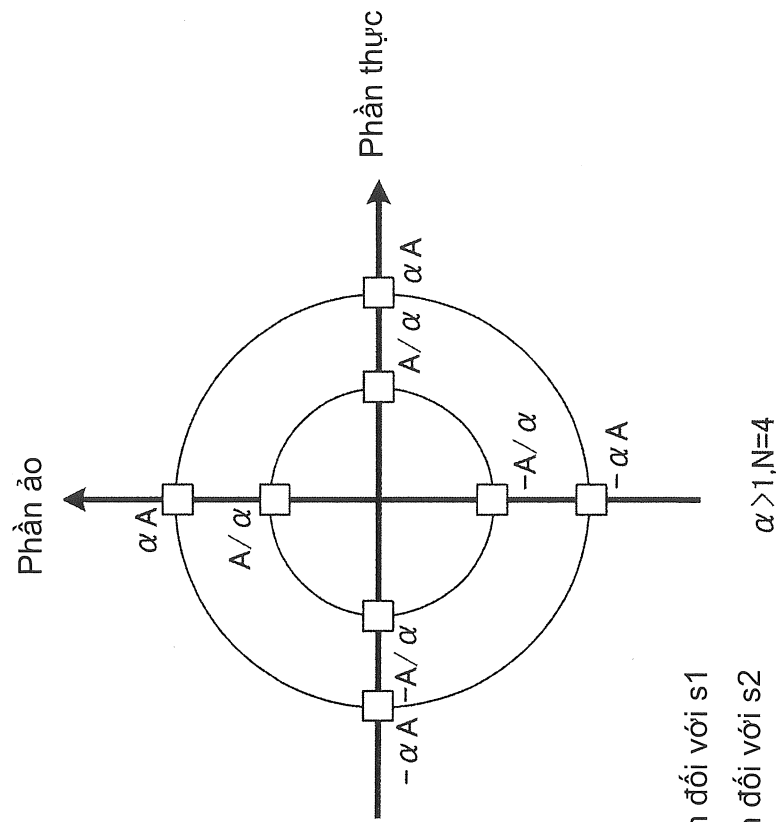
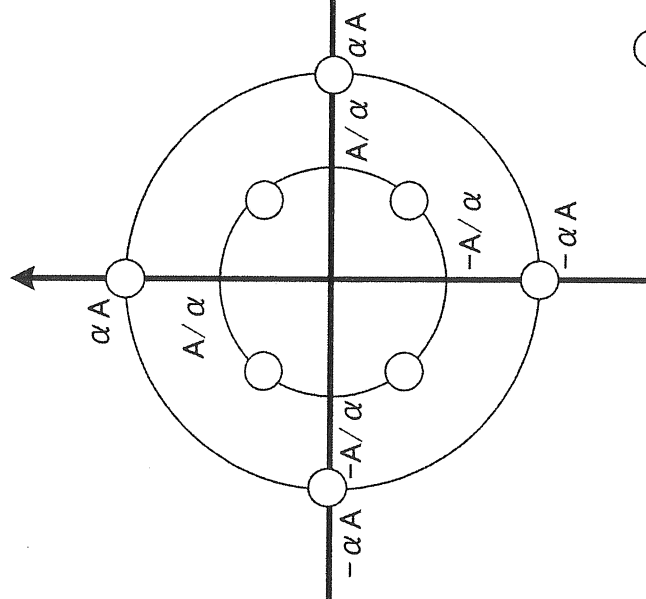


FIG. 46A

Phần ảo

 $\alpha > 1, N=4$

○ : Điểm thu kém đối với s1

□ : Điểm thu kém đối với s2

FIG. 46B

Phần ảo

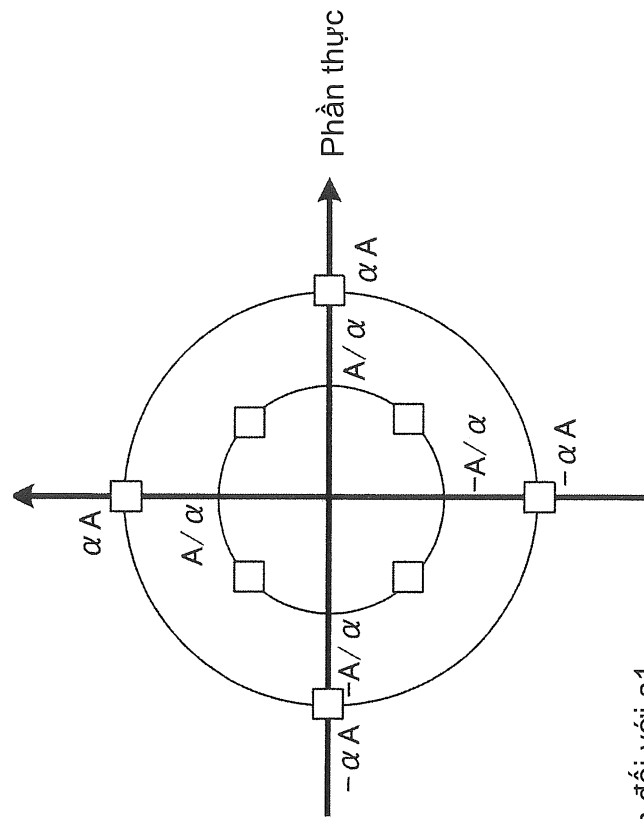
 $\alpha > 1, N=4$

FIG. 47A

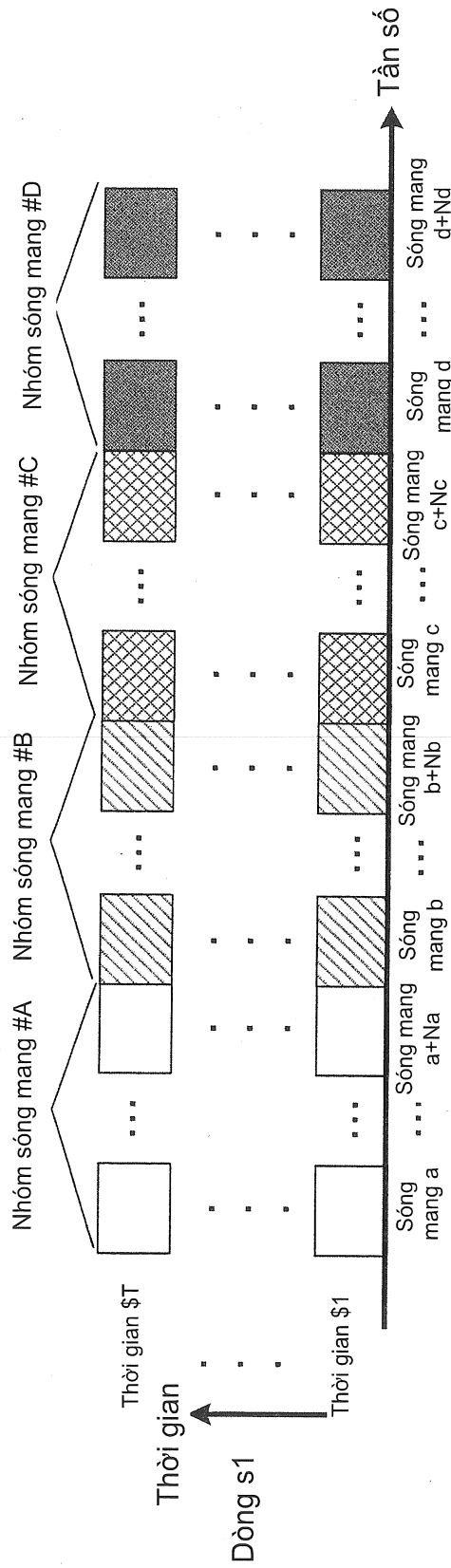


FIG. 47B

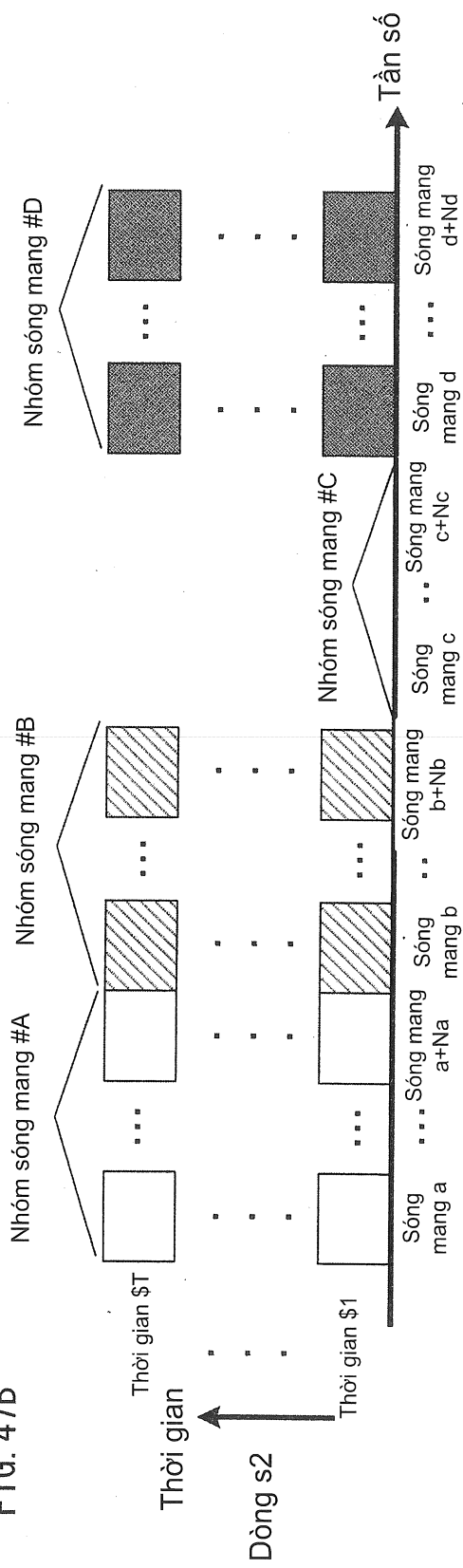


FIG. 48A

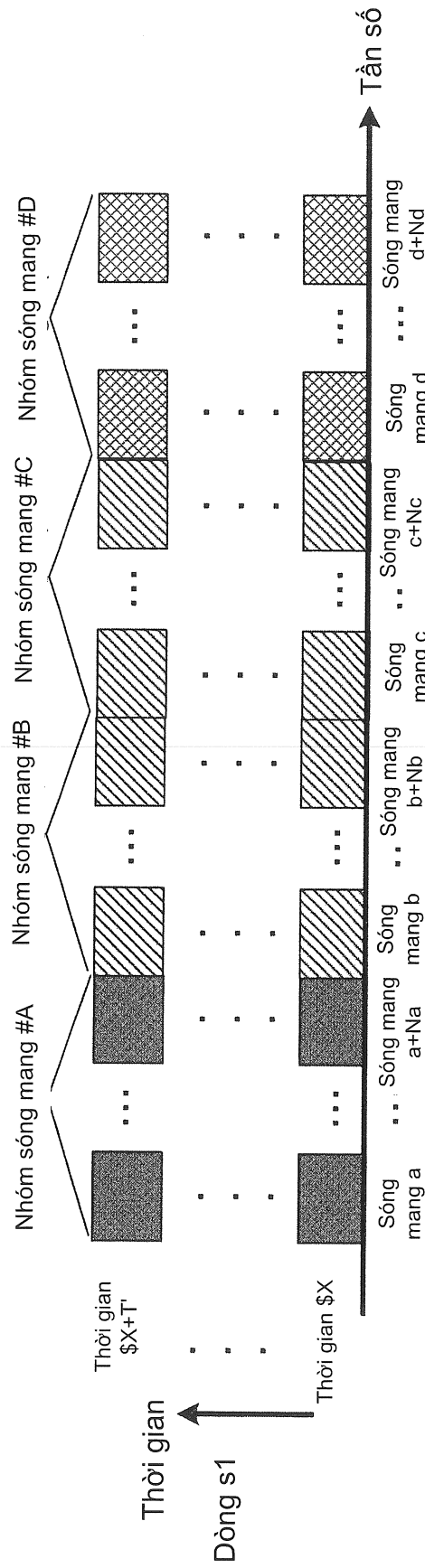


FIG. 48B

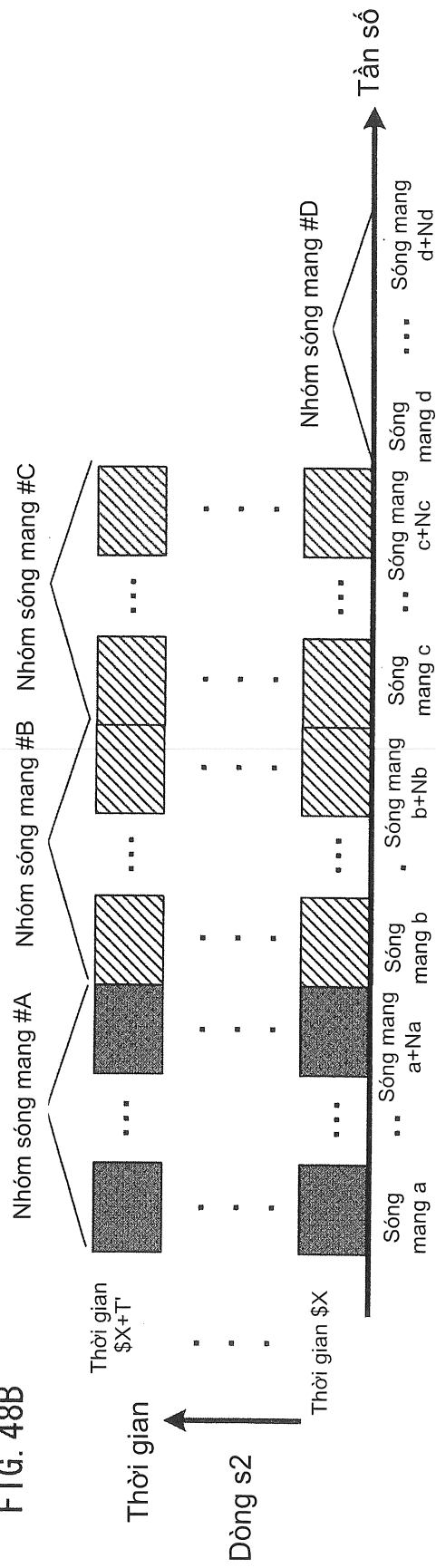
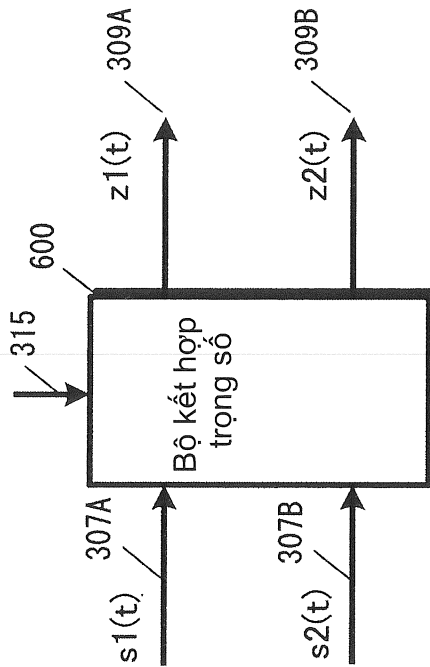


FIG. 49

Thông tin liên quan đến phương pháp tạo trọng số



Phương pháp #1:

$$\begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} e^{j0} & 0 \\ 0 & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} \\ = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix}$$

Biểu diễn
khác

$$\begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} e^{j0} & 0 \\ 0 & e^{j0} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix} \\ = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix}$$

Phương pháp #2:

$$\begin{pmatrix} z1(t) \\ z2(t) \end{pmatrix} = \frac{1}{\sqrt{\alpha^2 + 1}} \begin{pmatrix} e^{j\theta_{n(i)}} \\ \alpha \times e^{j\theta_{21(i)}} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} s1(t) \\ s2(t) \end{pmatrix}$$

FIG. 50

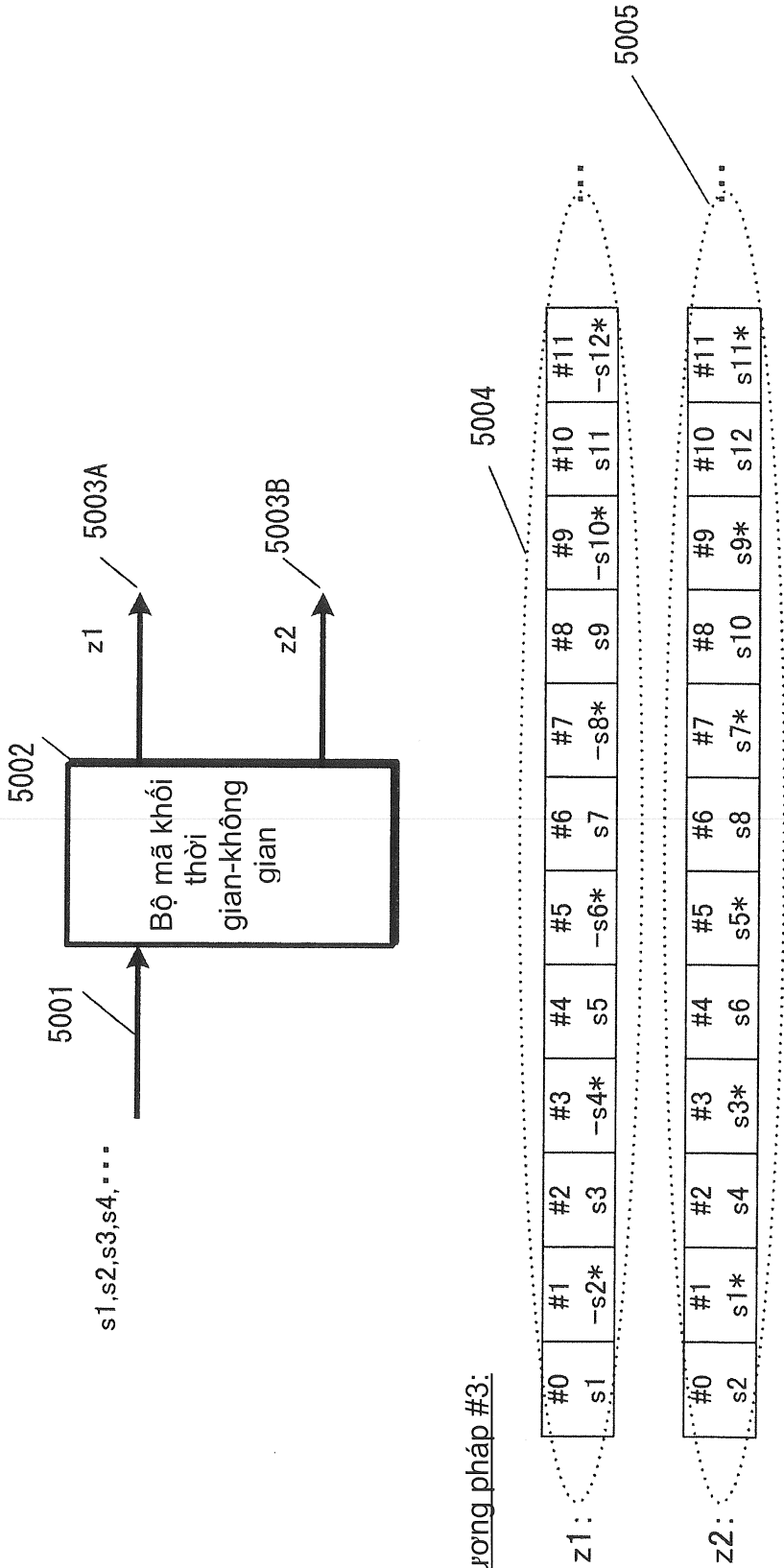


FIG. 51

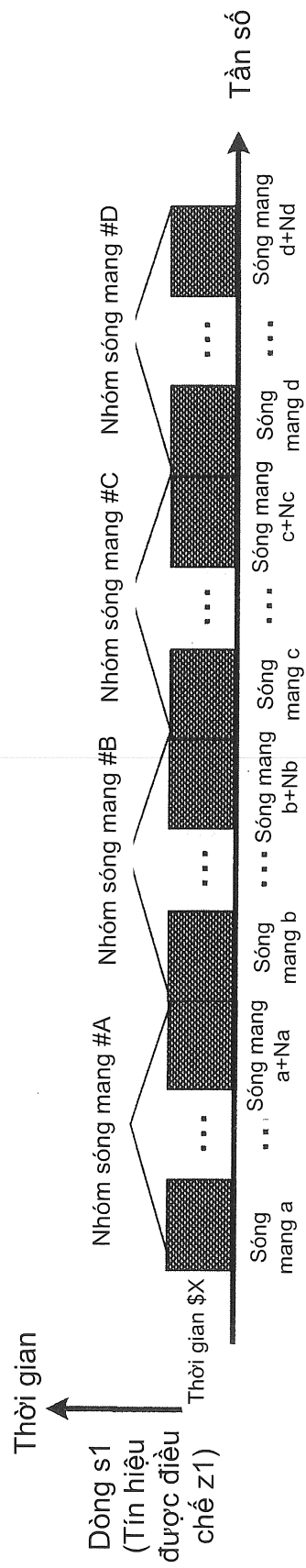


FIG. 52

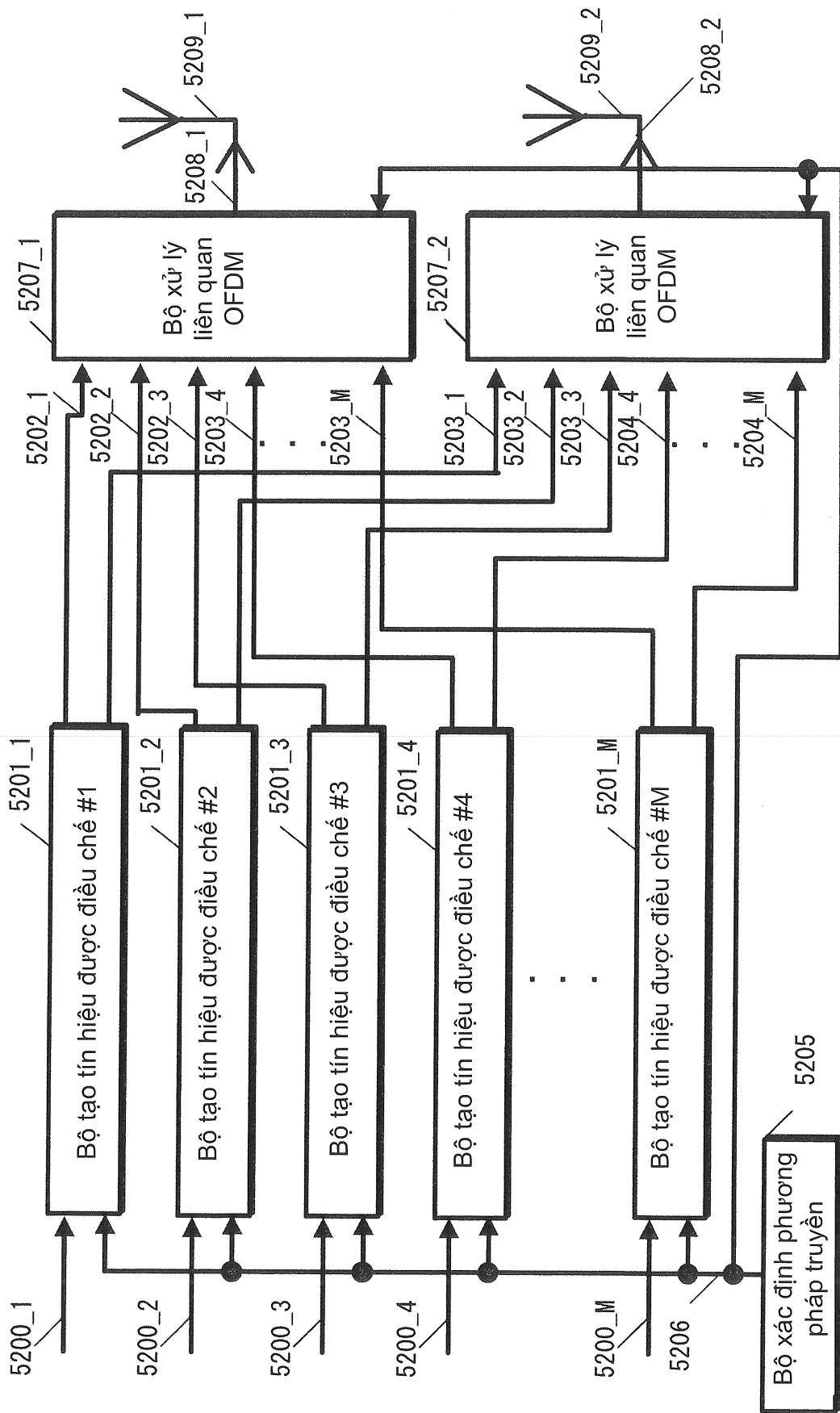


FIG. 53

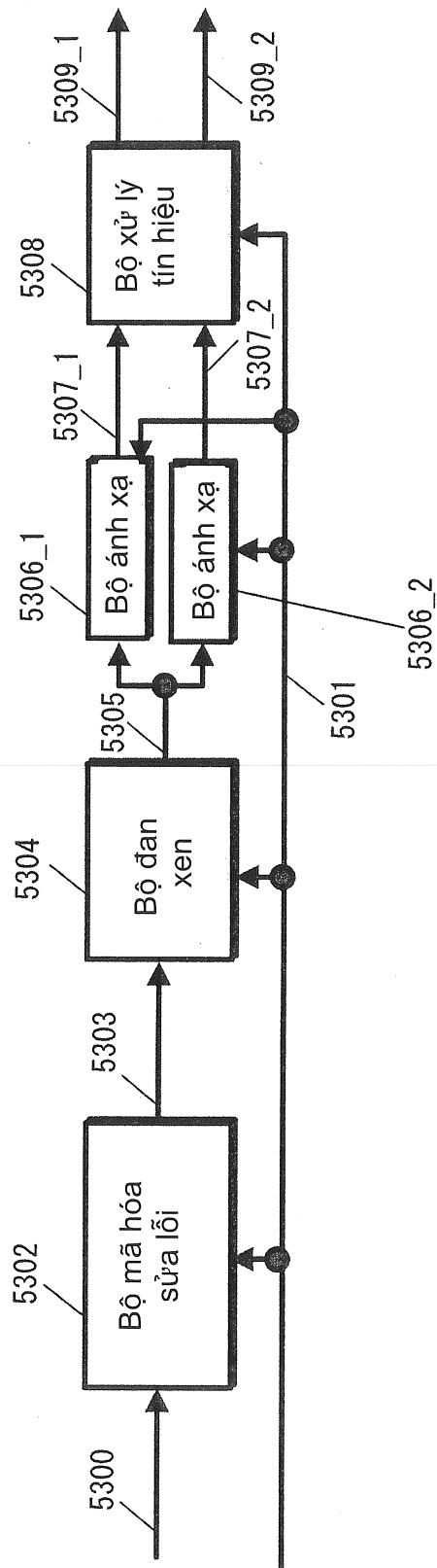


FIG. 54

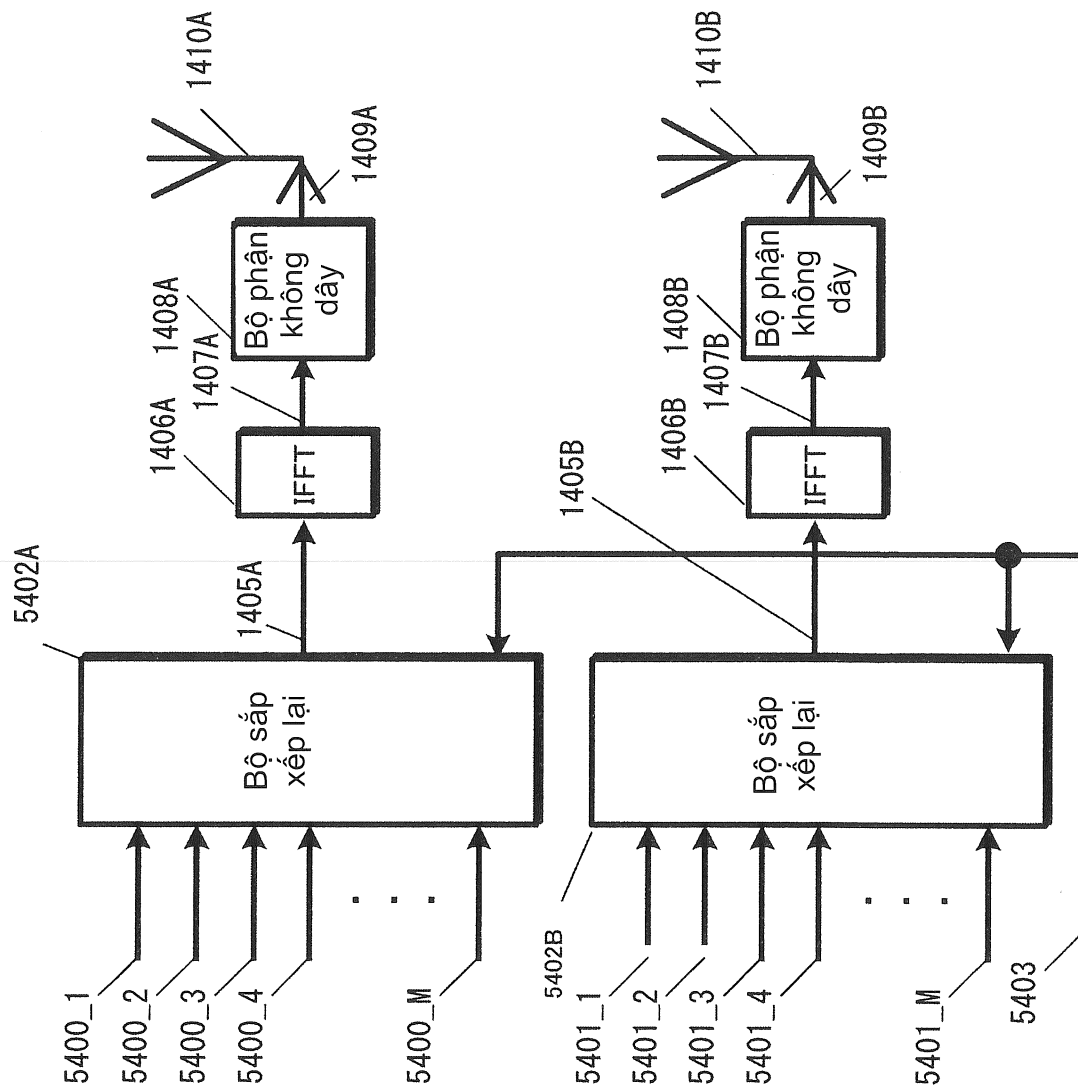


FIG. 55A

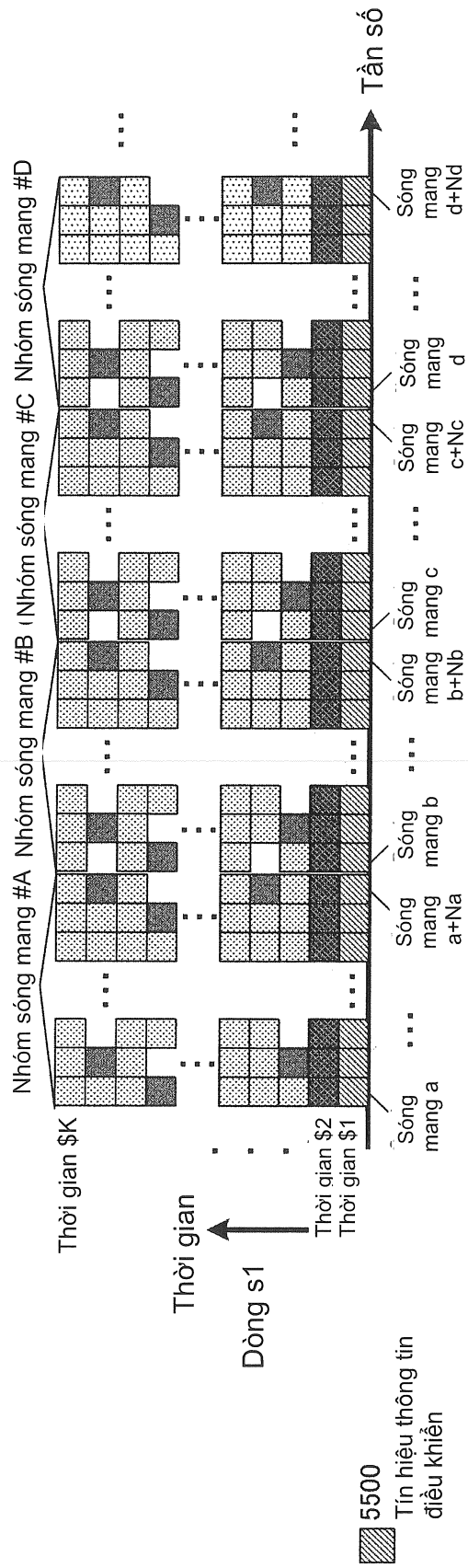
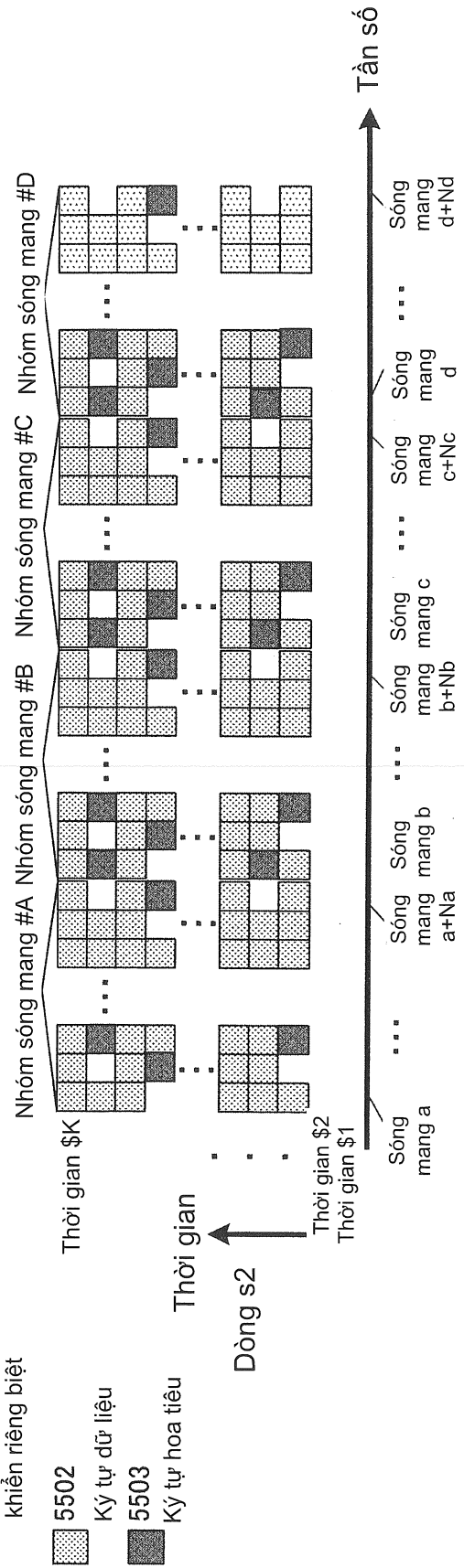


FIG. 55B



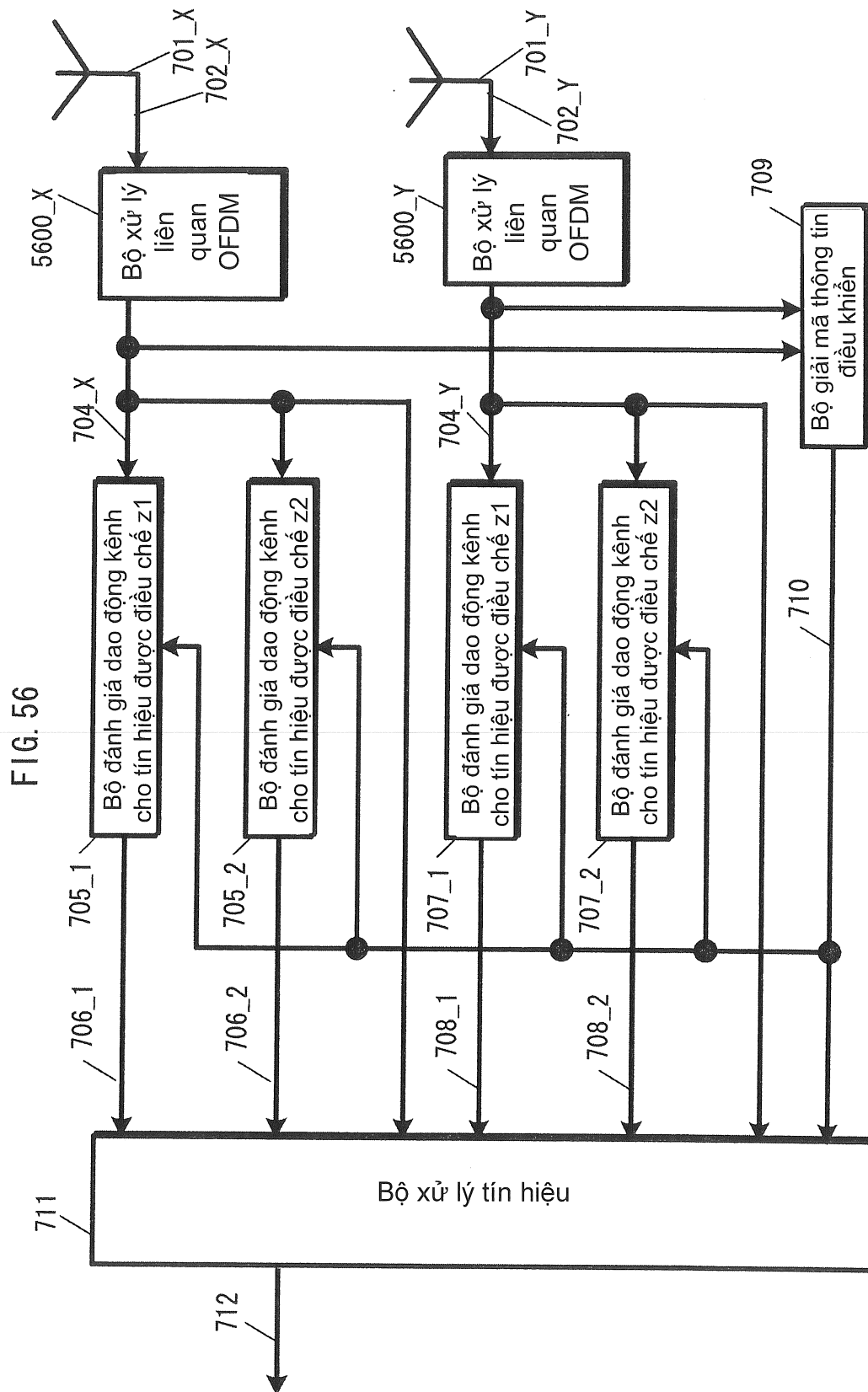


FIG. 57

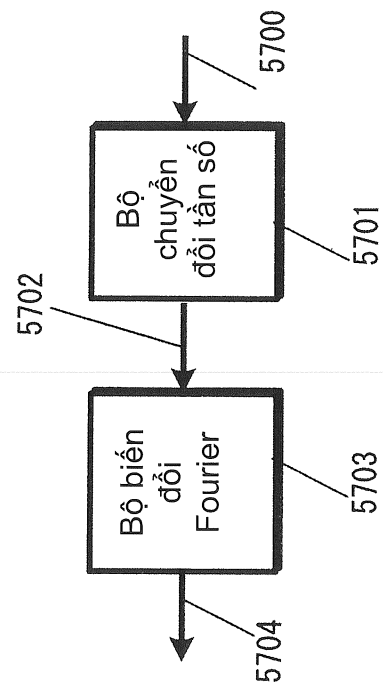


FIG. 58A

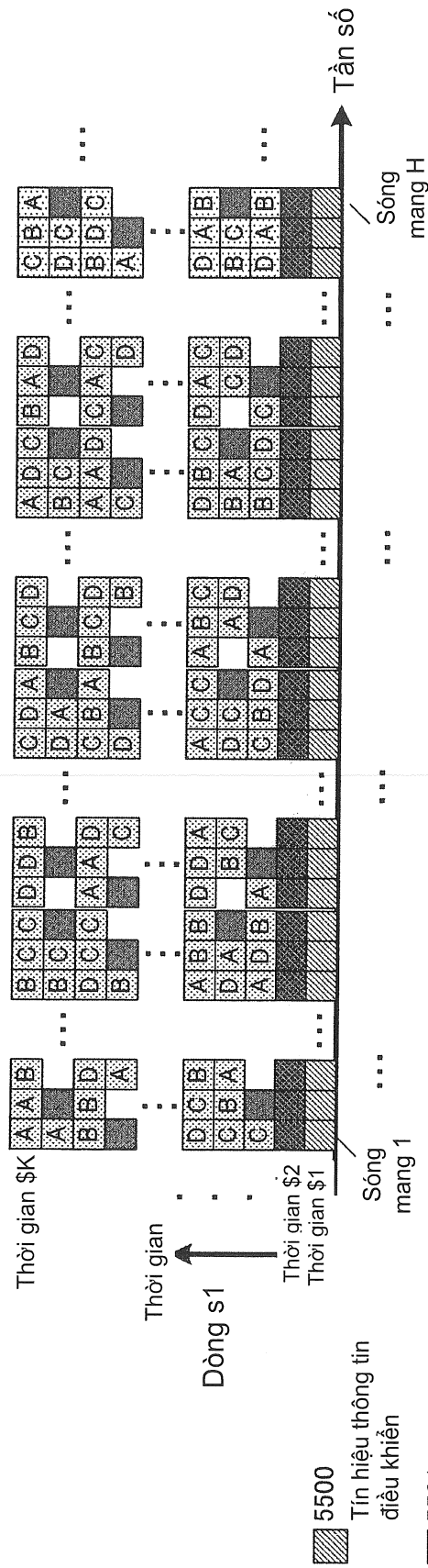


FIG. 58B

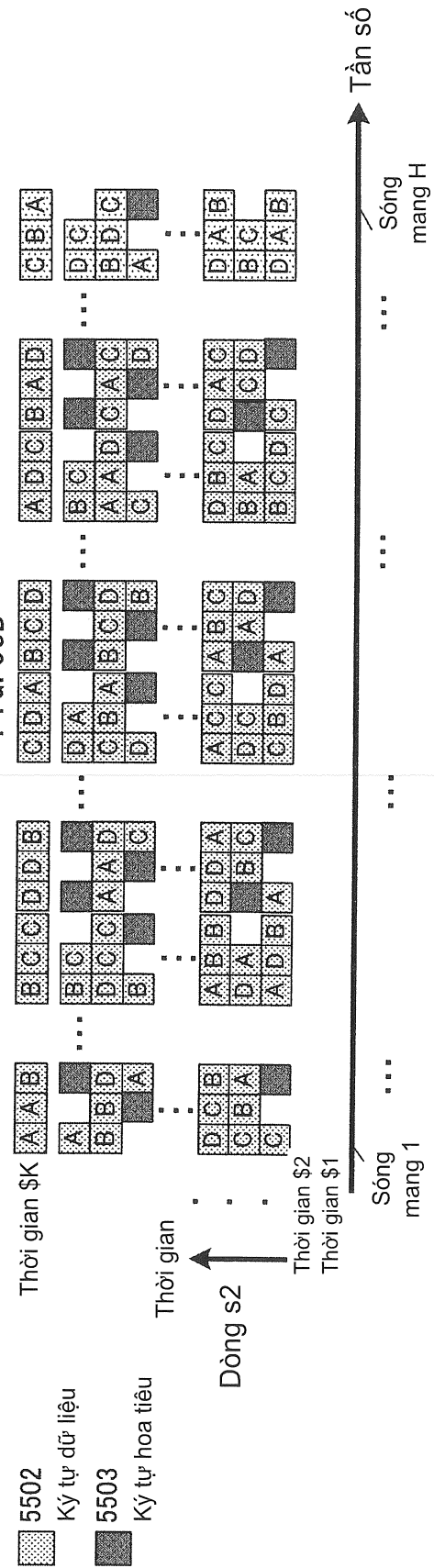


FIG. 59

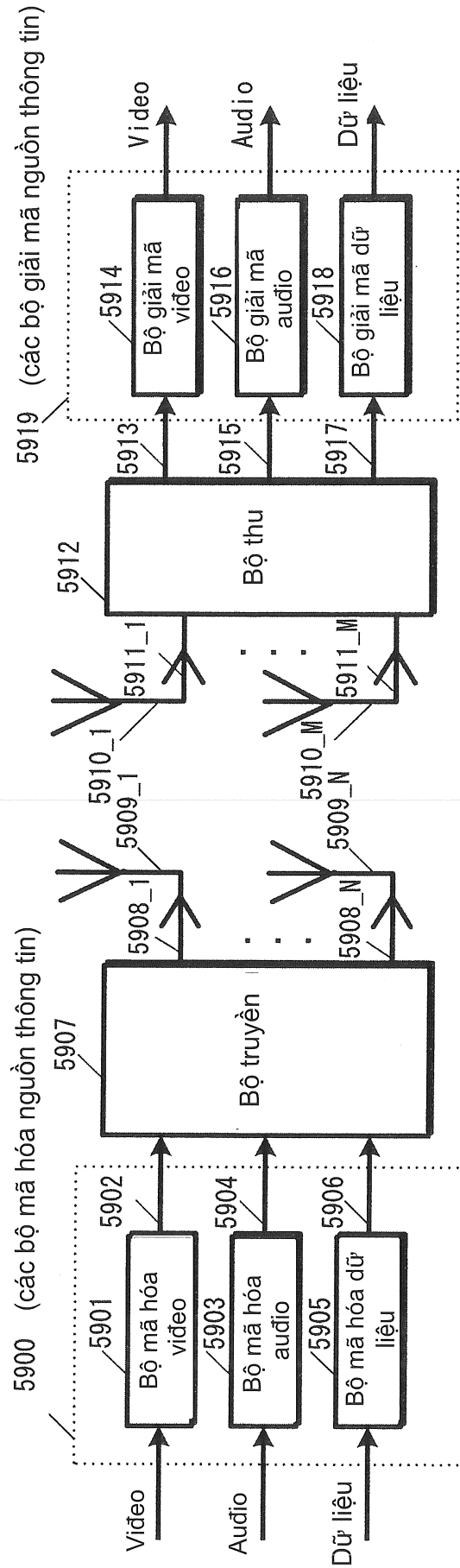


FIG. 60A

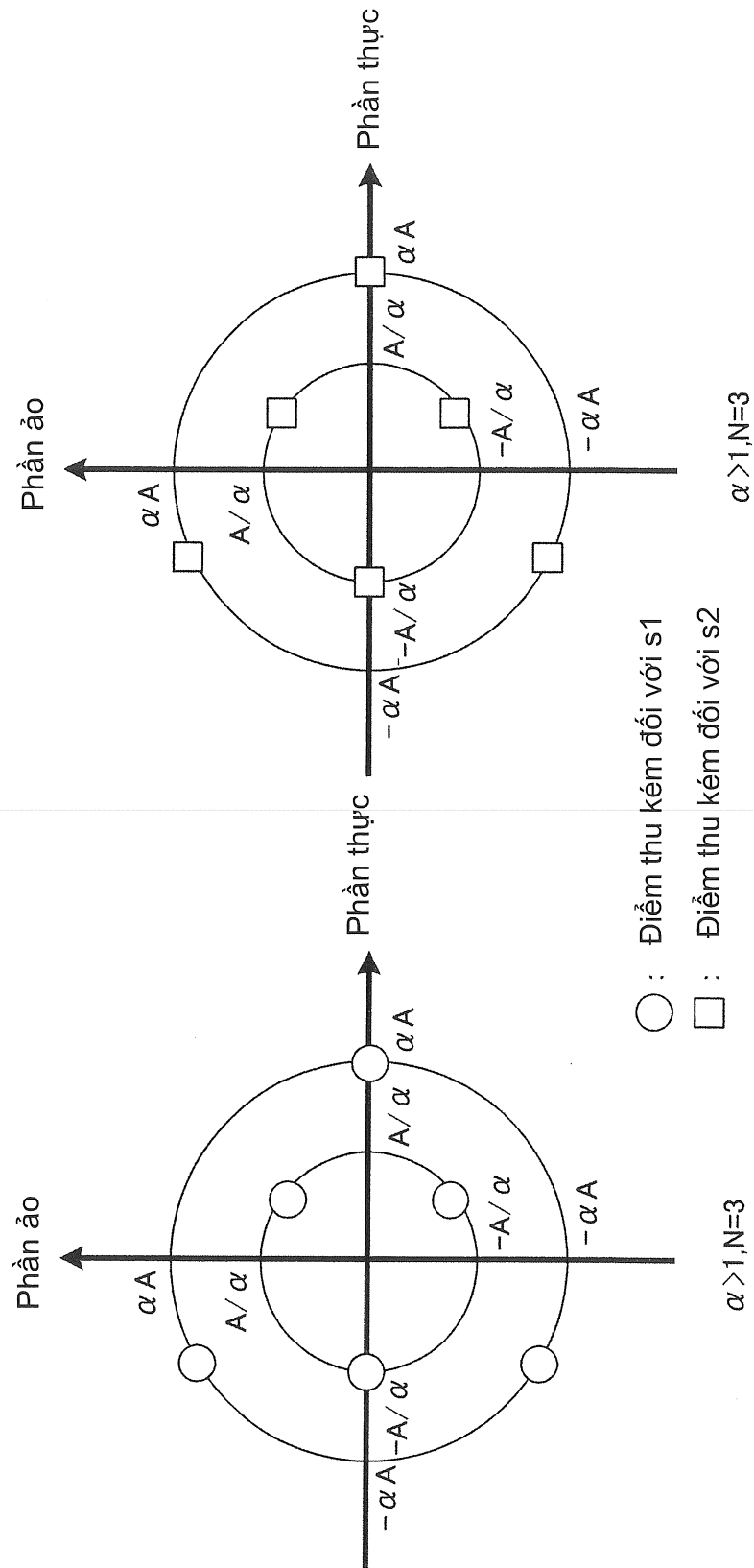


FIG. 60B

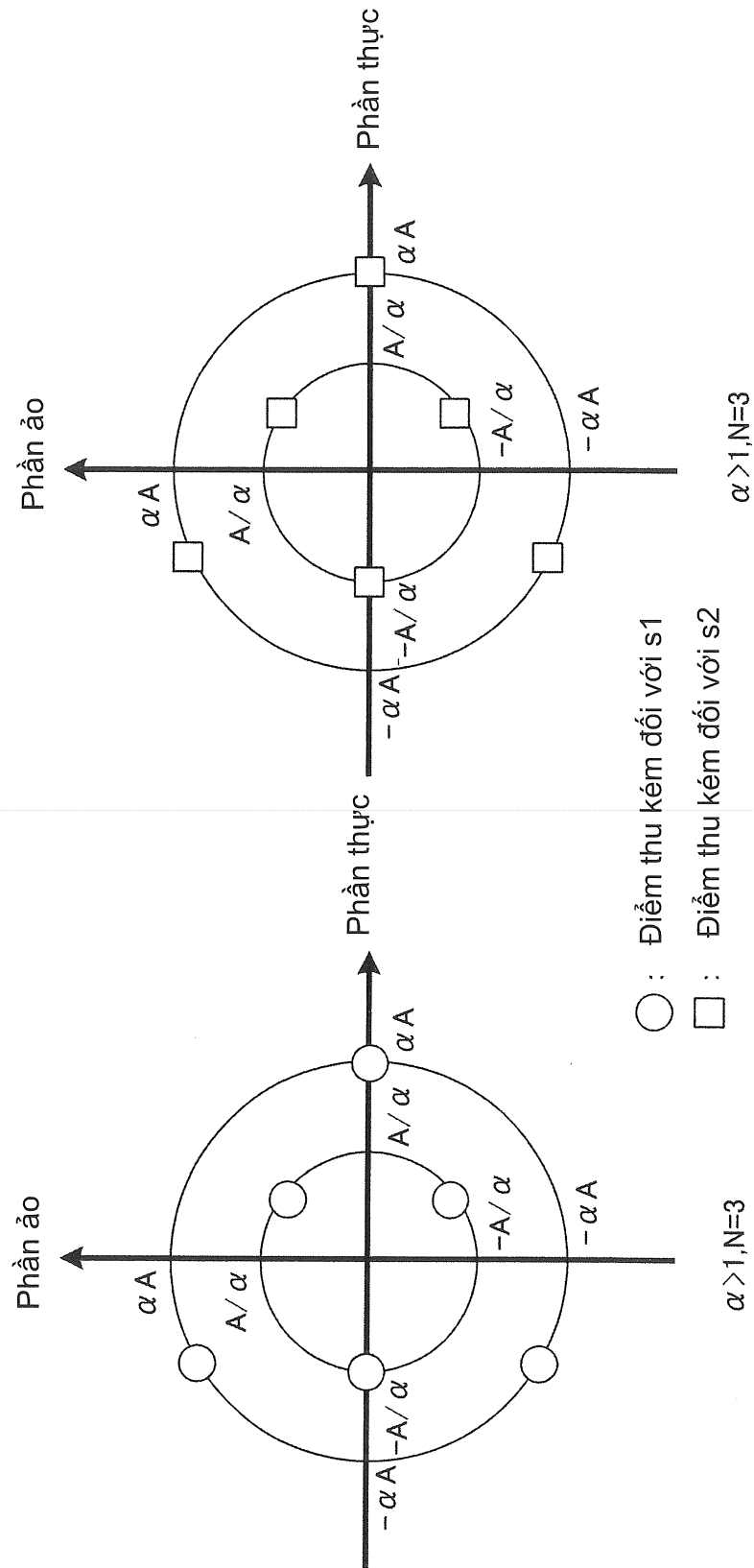


FIG. 61

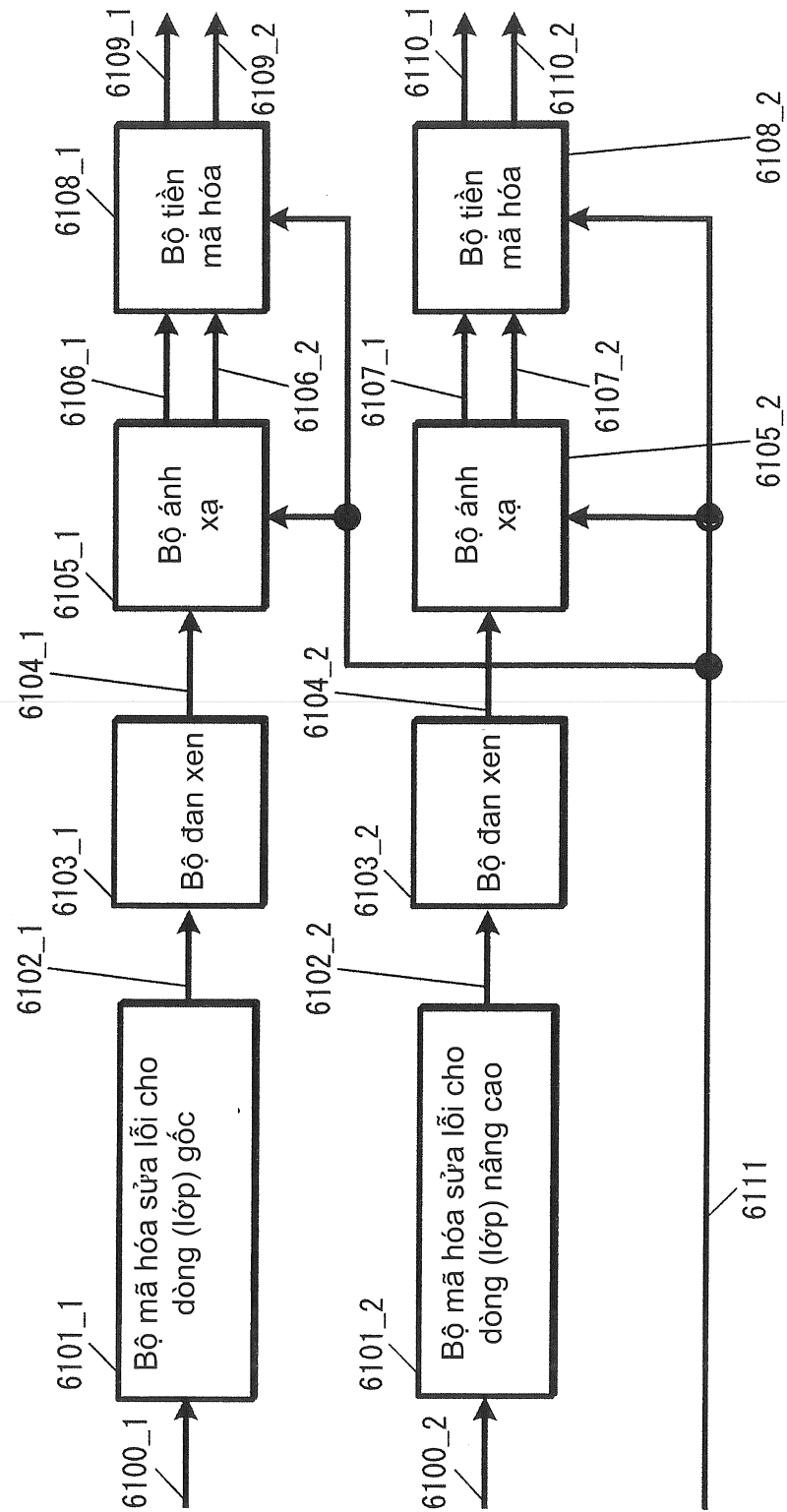


FIG. 62

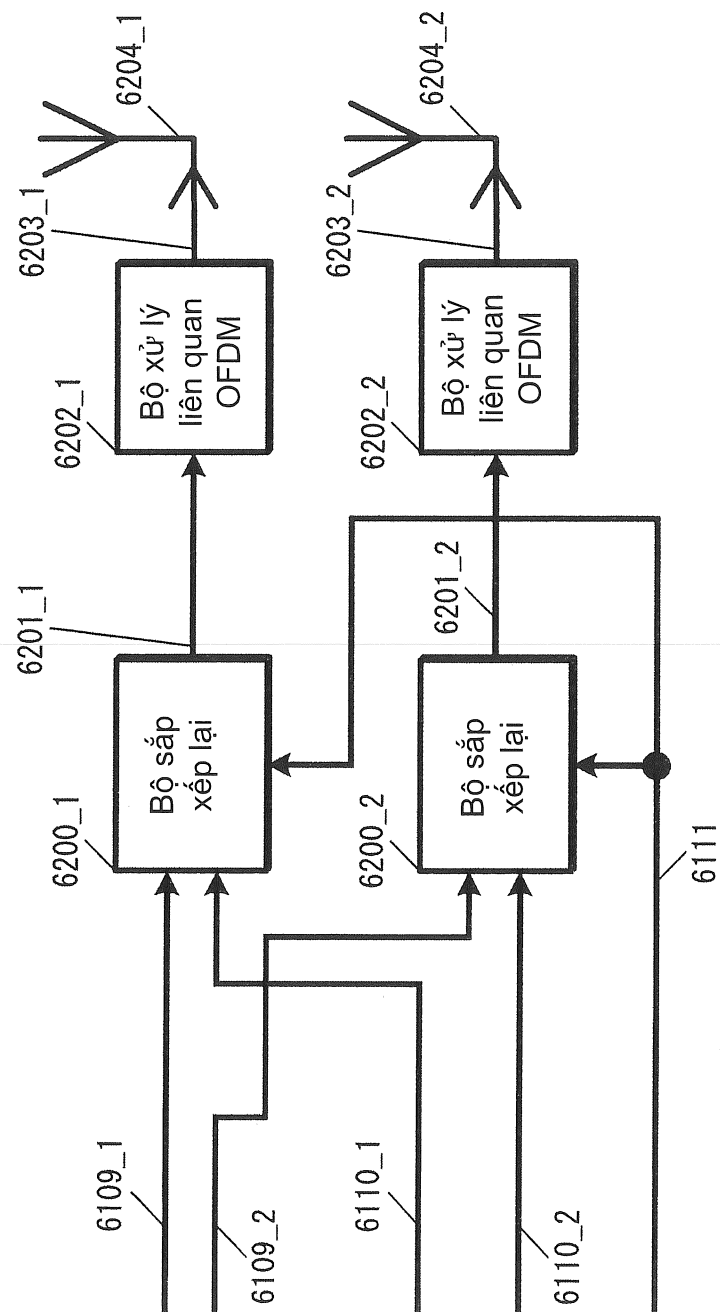


FIG. 63

Thông tin về phương pháp tạo trọng số cho
dòng (lớp) gốc

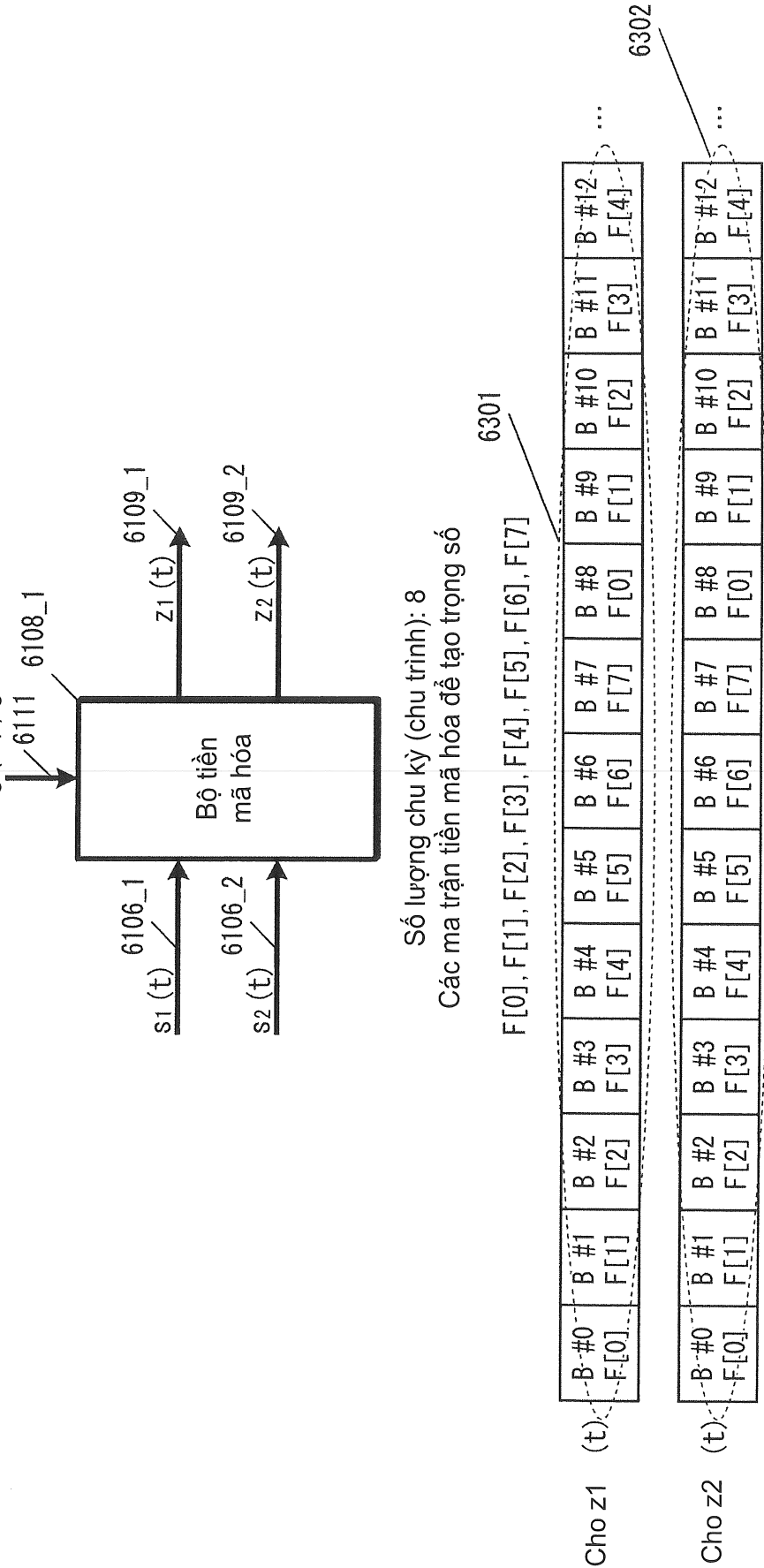


FIG. 64

Thông tin về phương pháp tạo trọng số cho
dòng (lớp) nâng cao

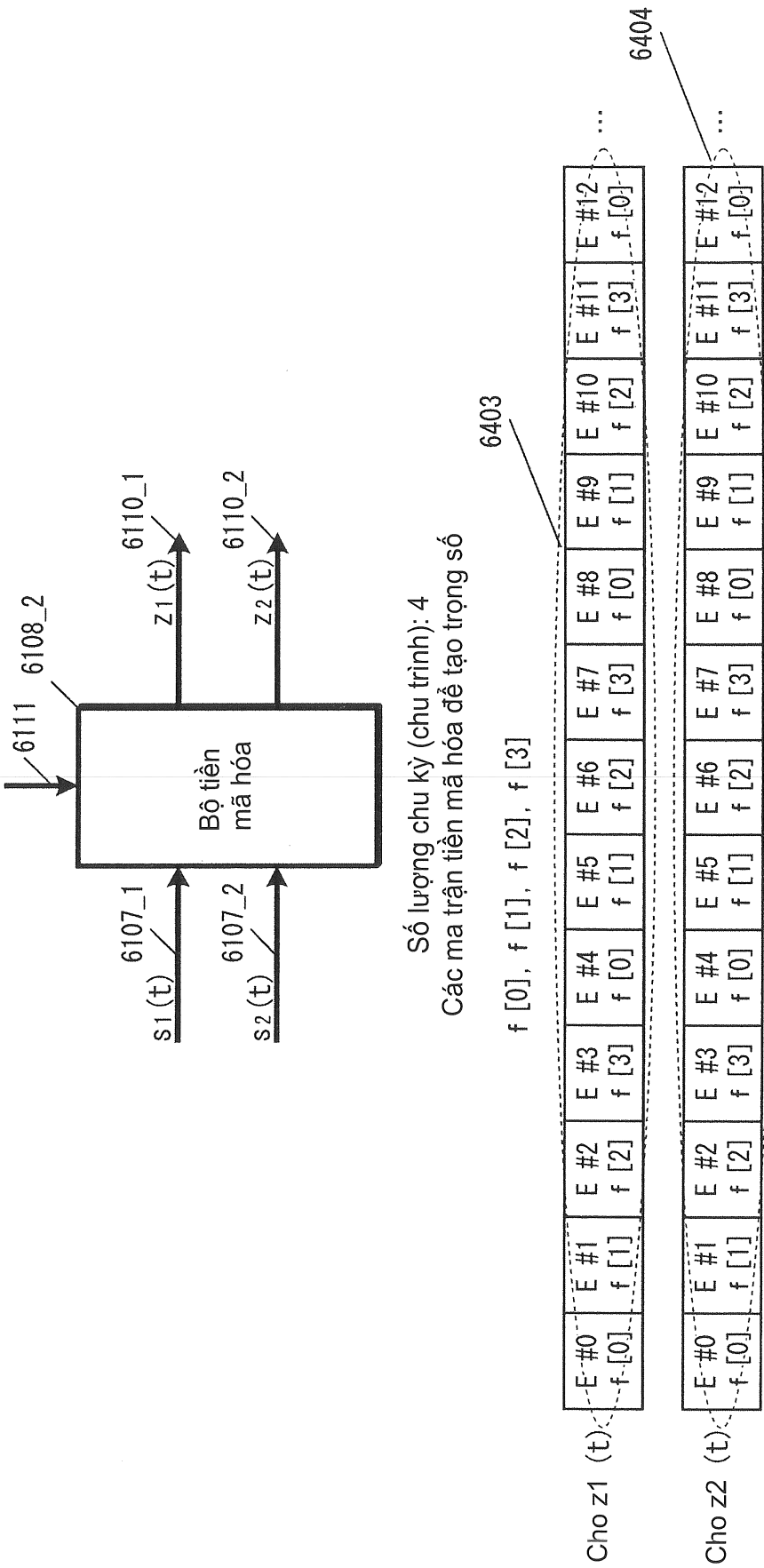


FIG. 65A

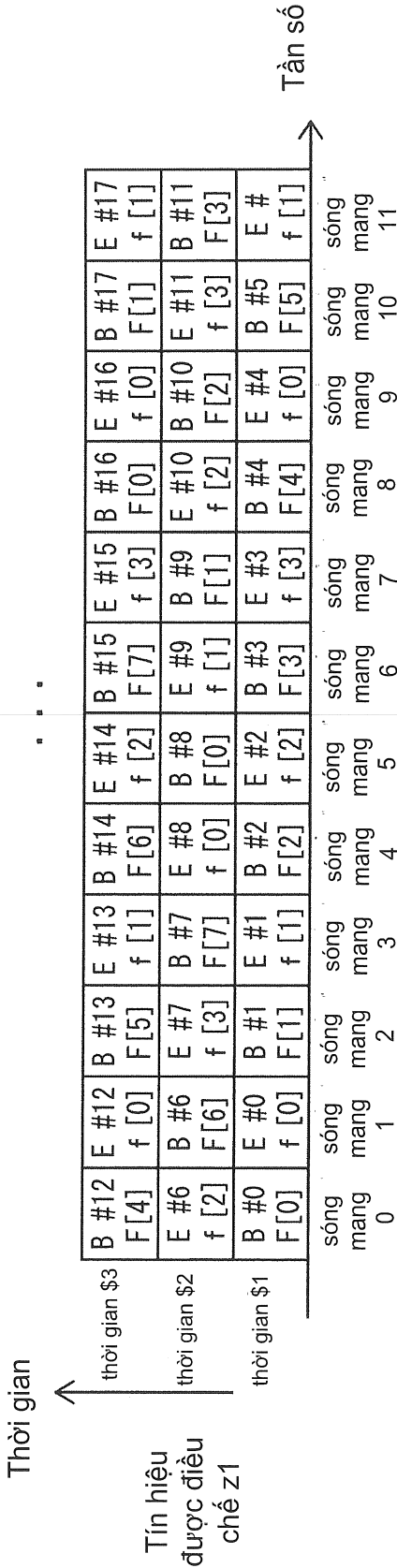


FIG. 65B

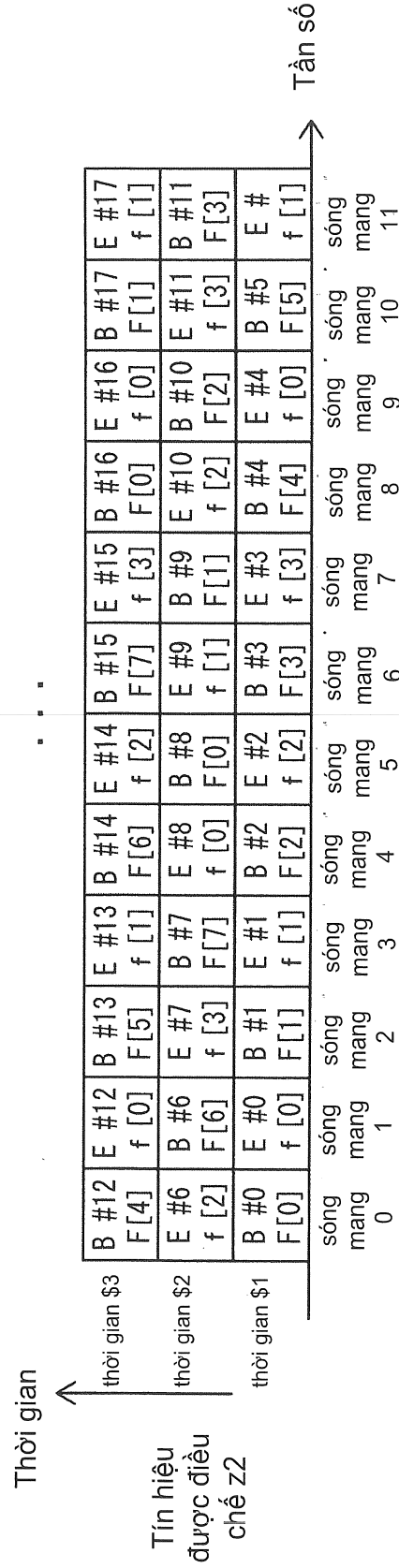


FIG. 66

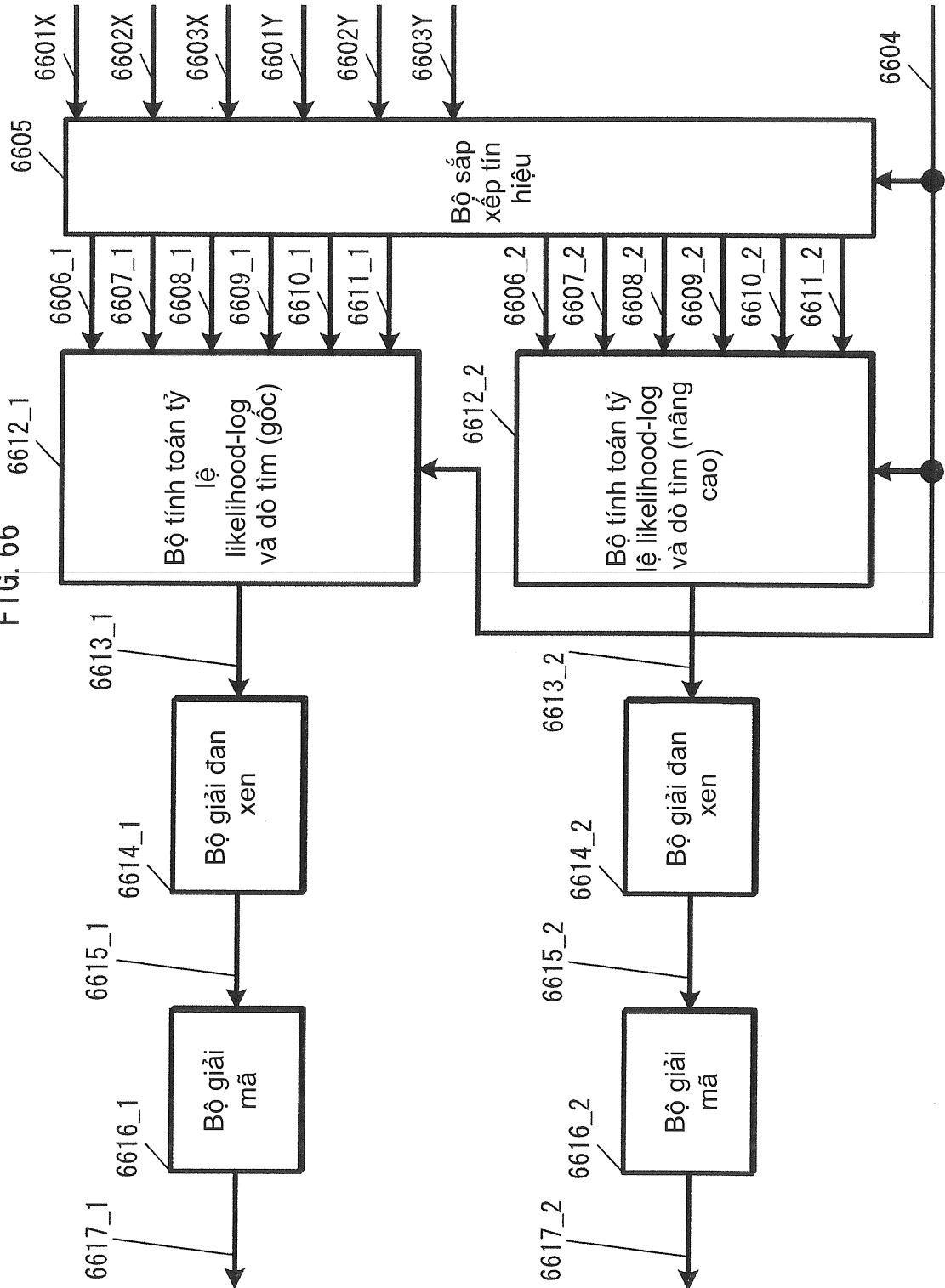


FIG. 67

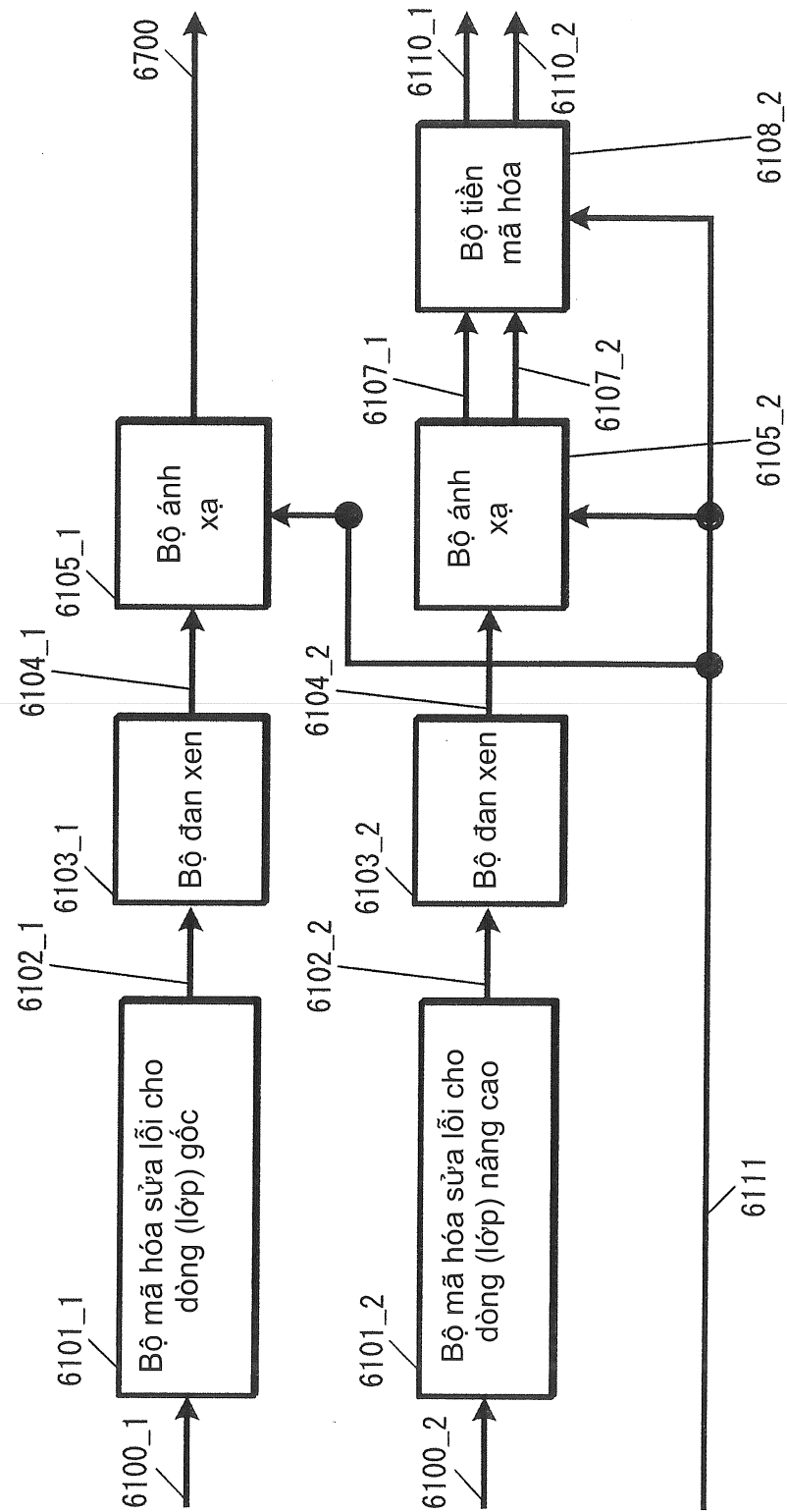


FIG. 68

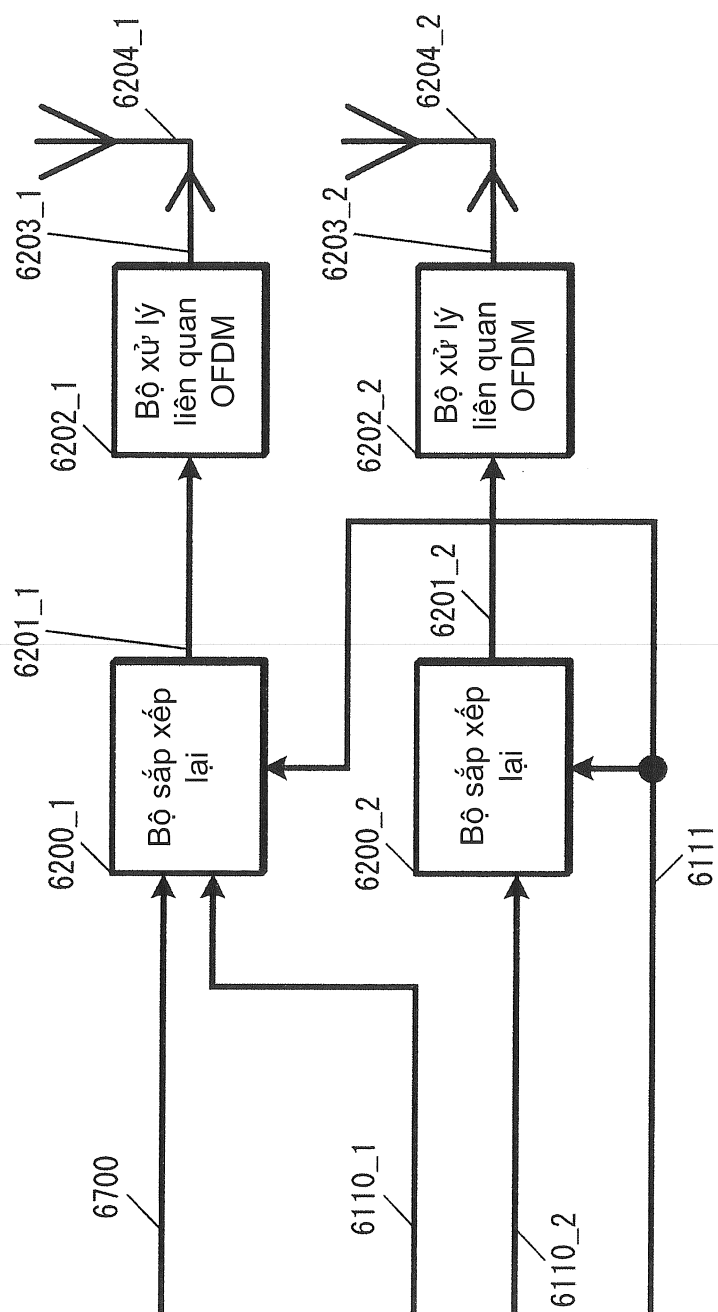


FIG. 69

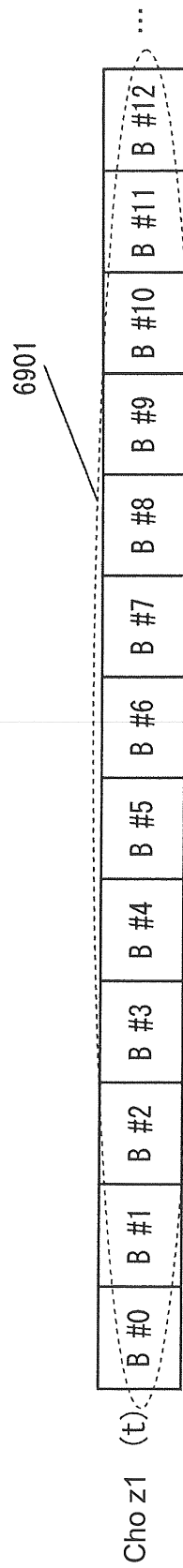


FIG. 70A

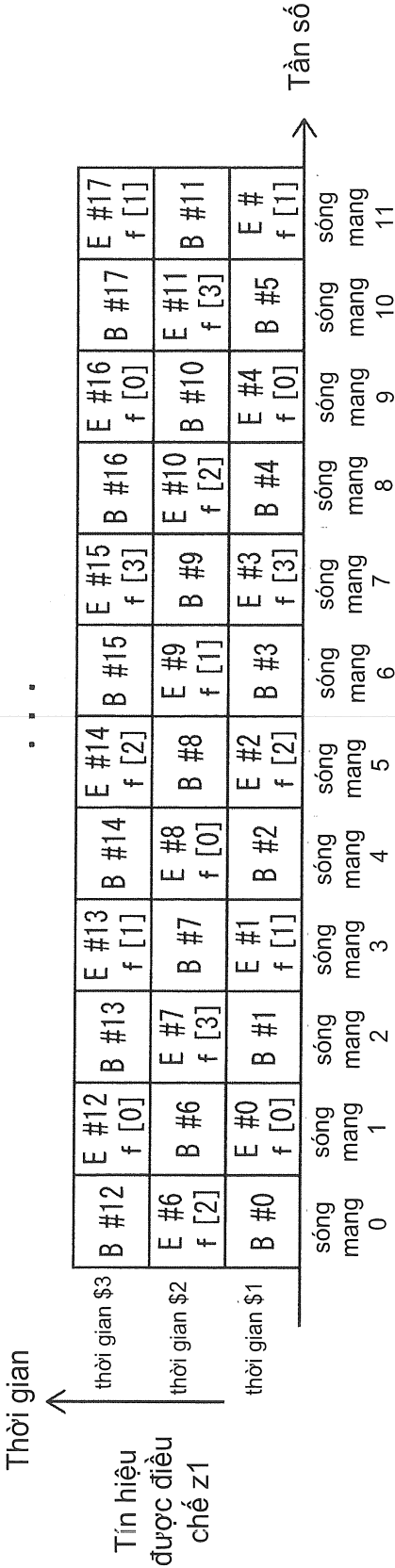


FIG. 70B

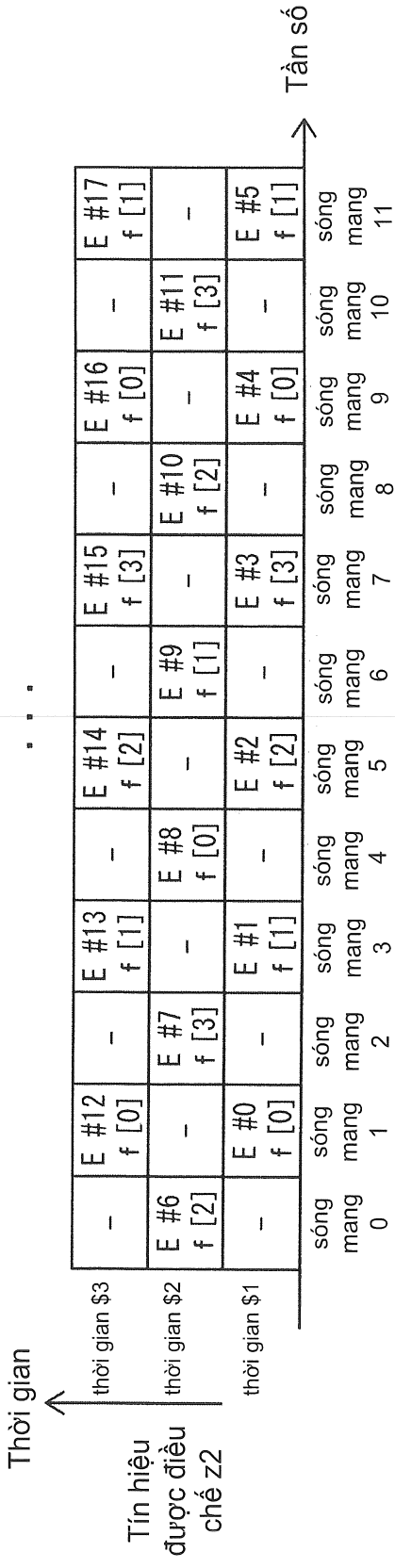


FIG. 71

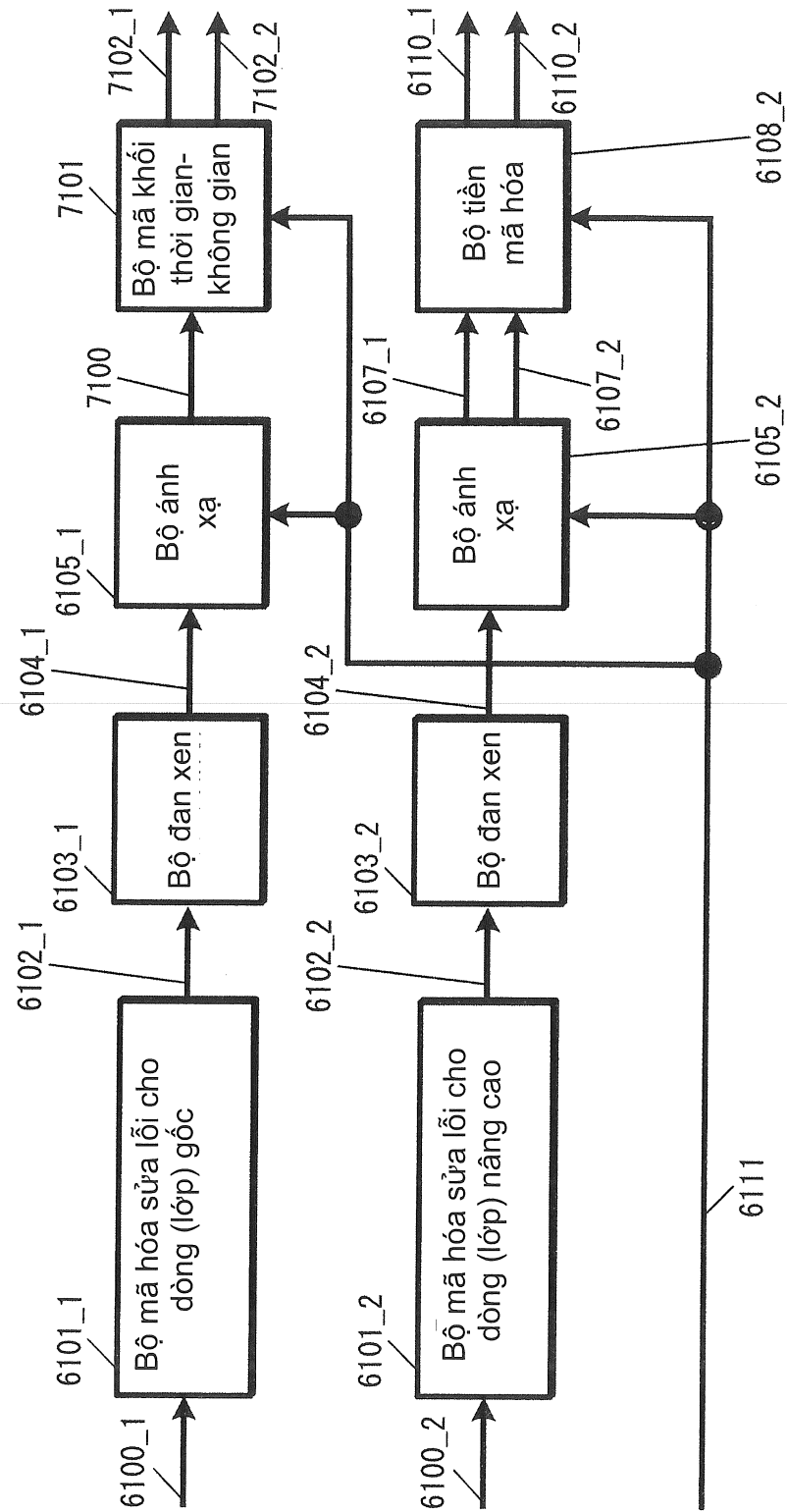


FIG. 72

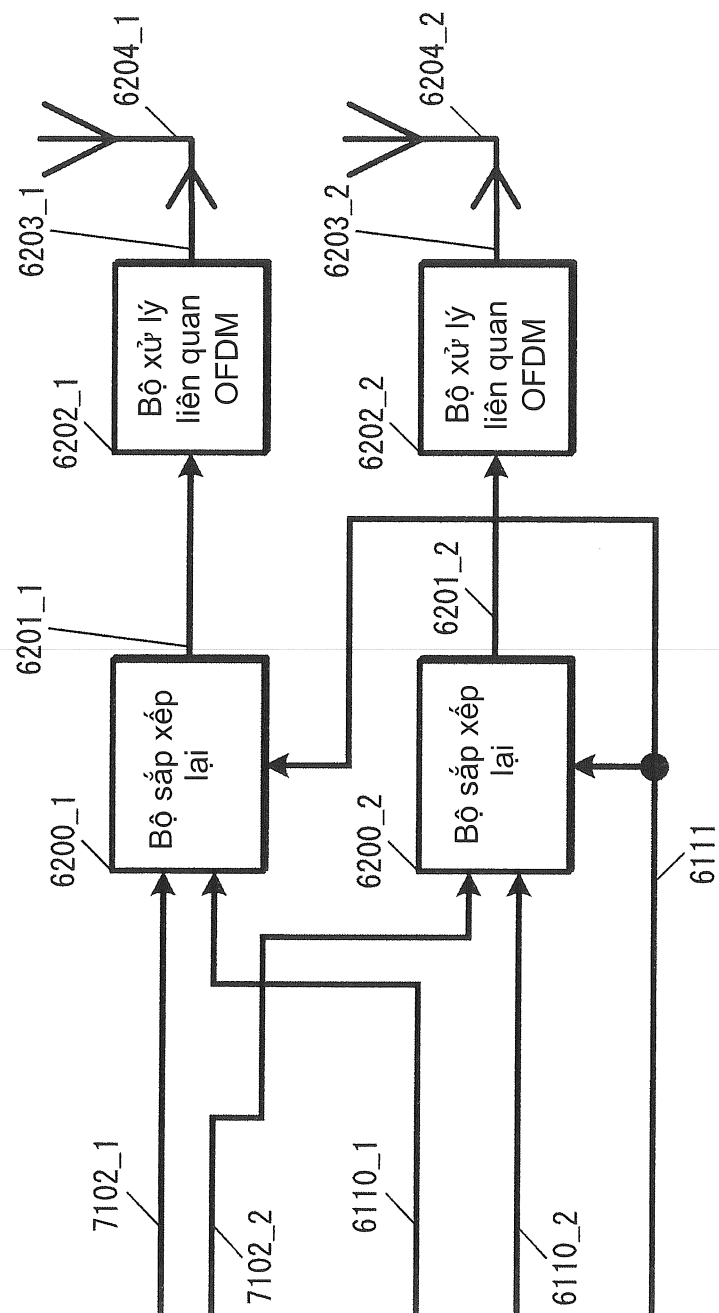


FIG. 73

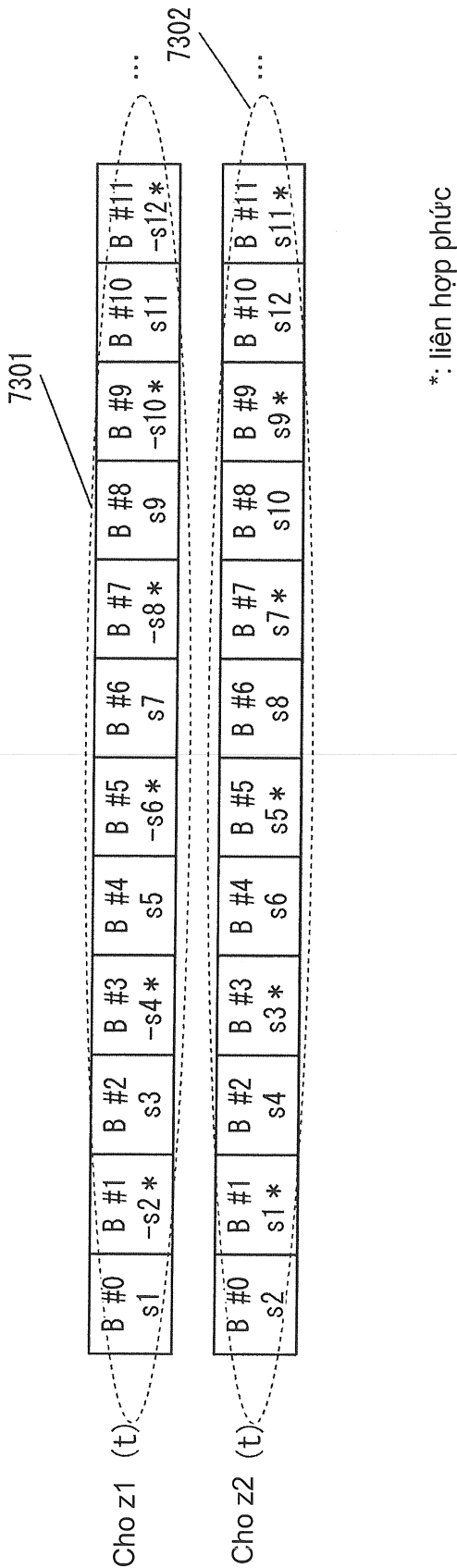


FIG. 74A

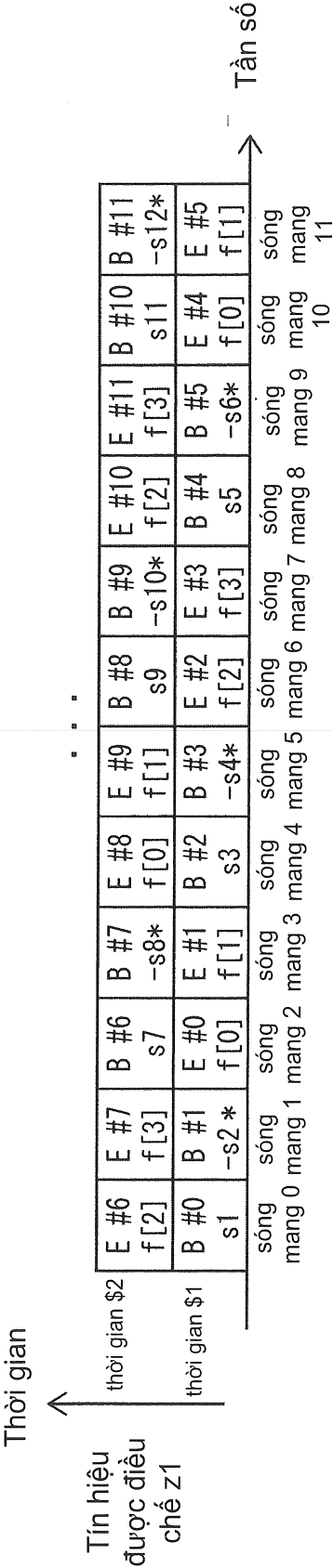


FIG. 74B

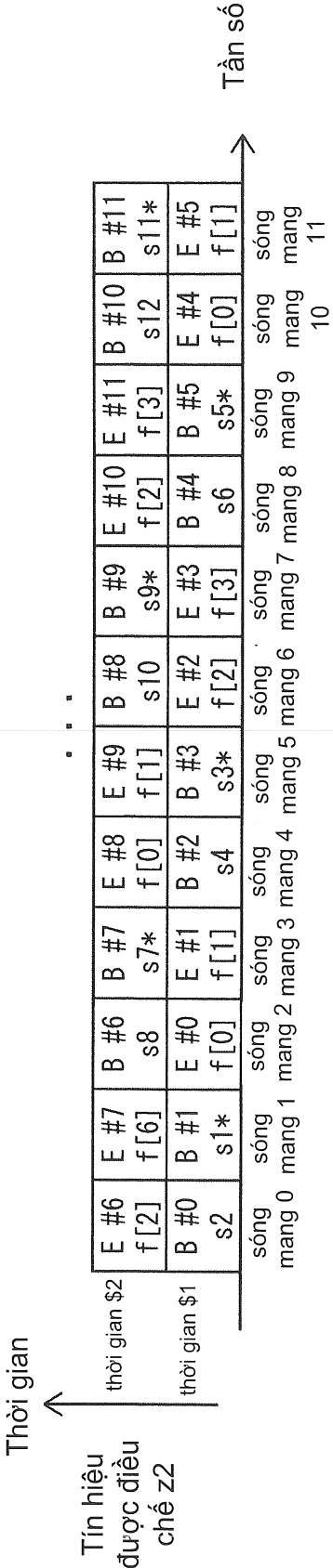


FIG. 75A

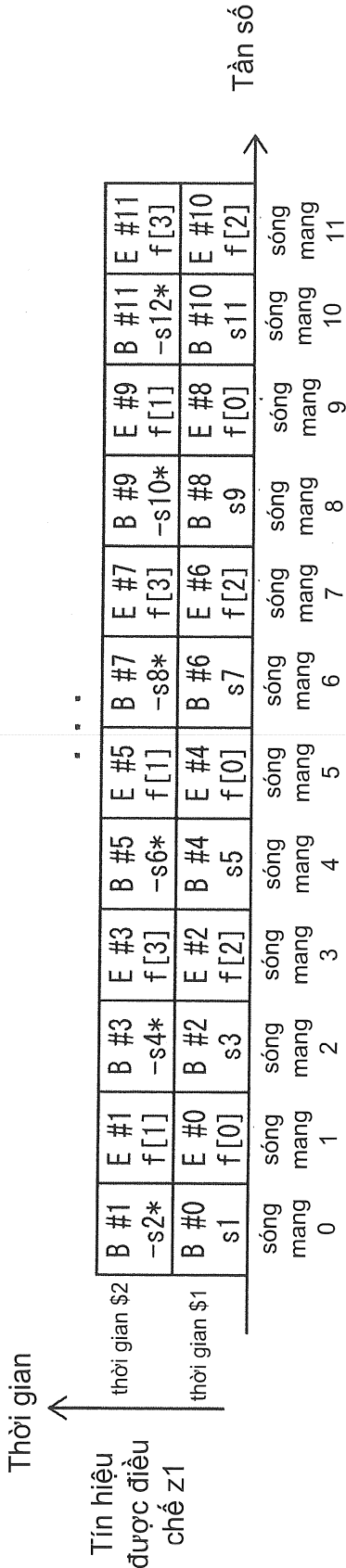


FIG. 75B

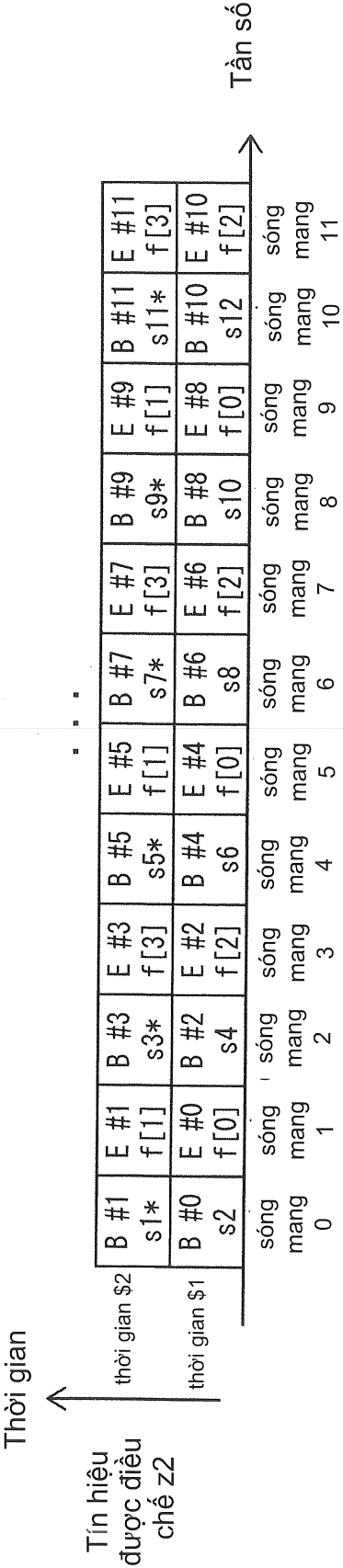


FIG. 76

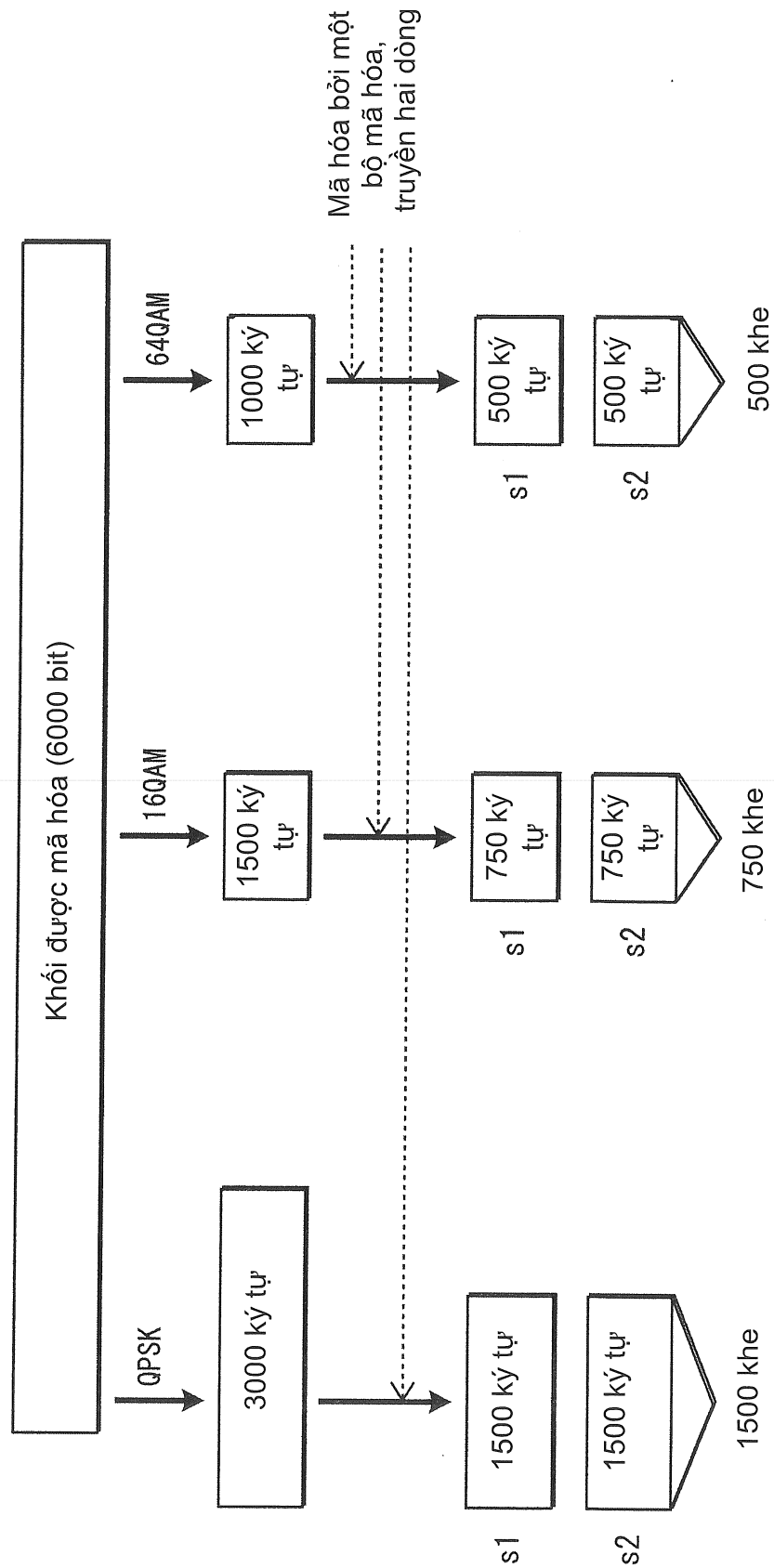


FIG. 77

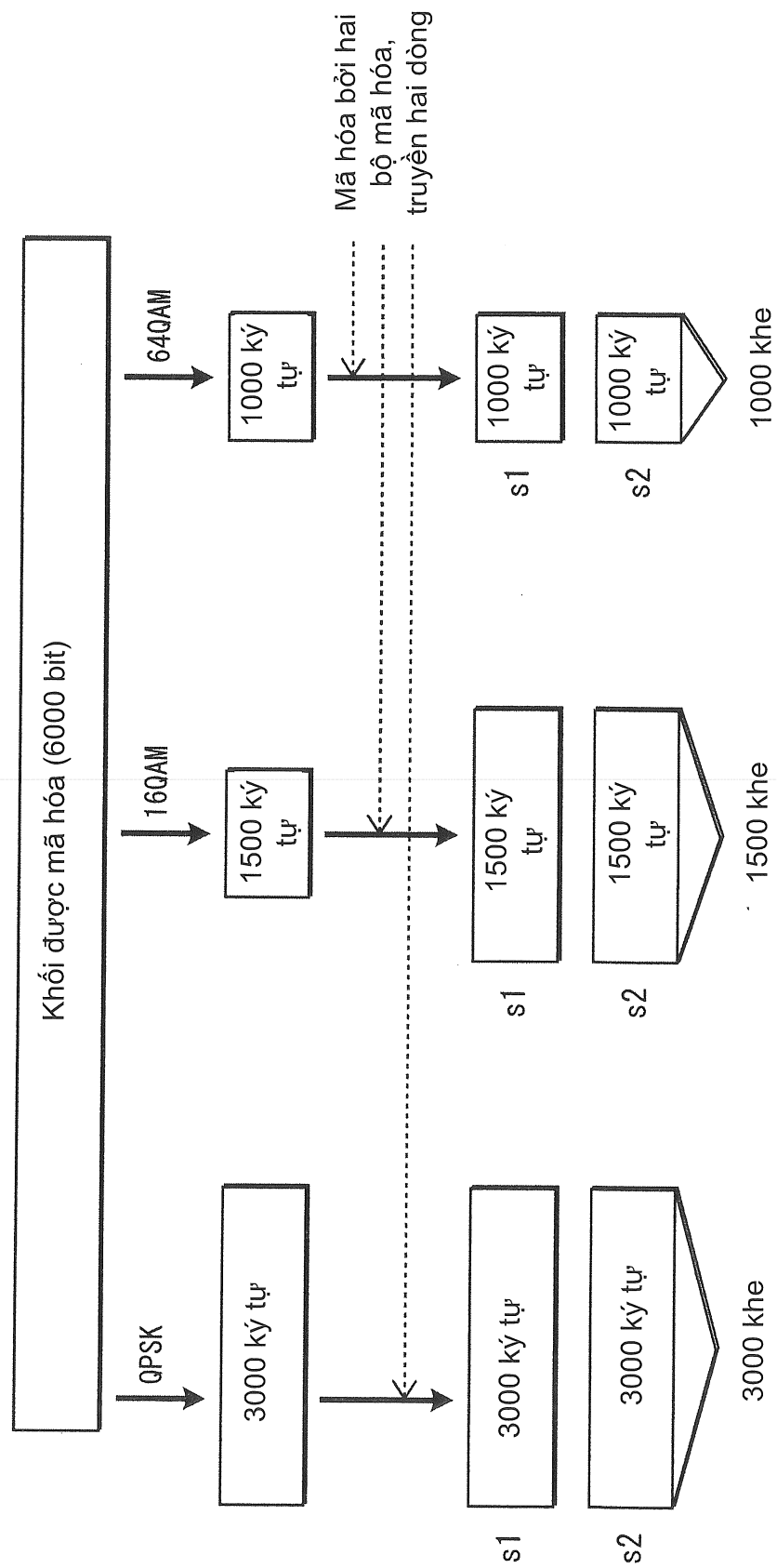
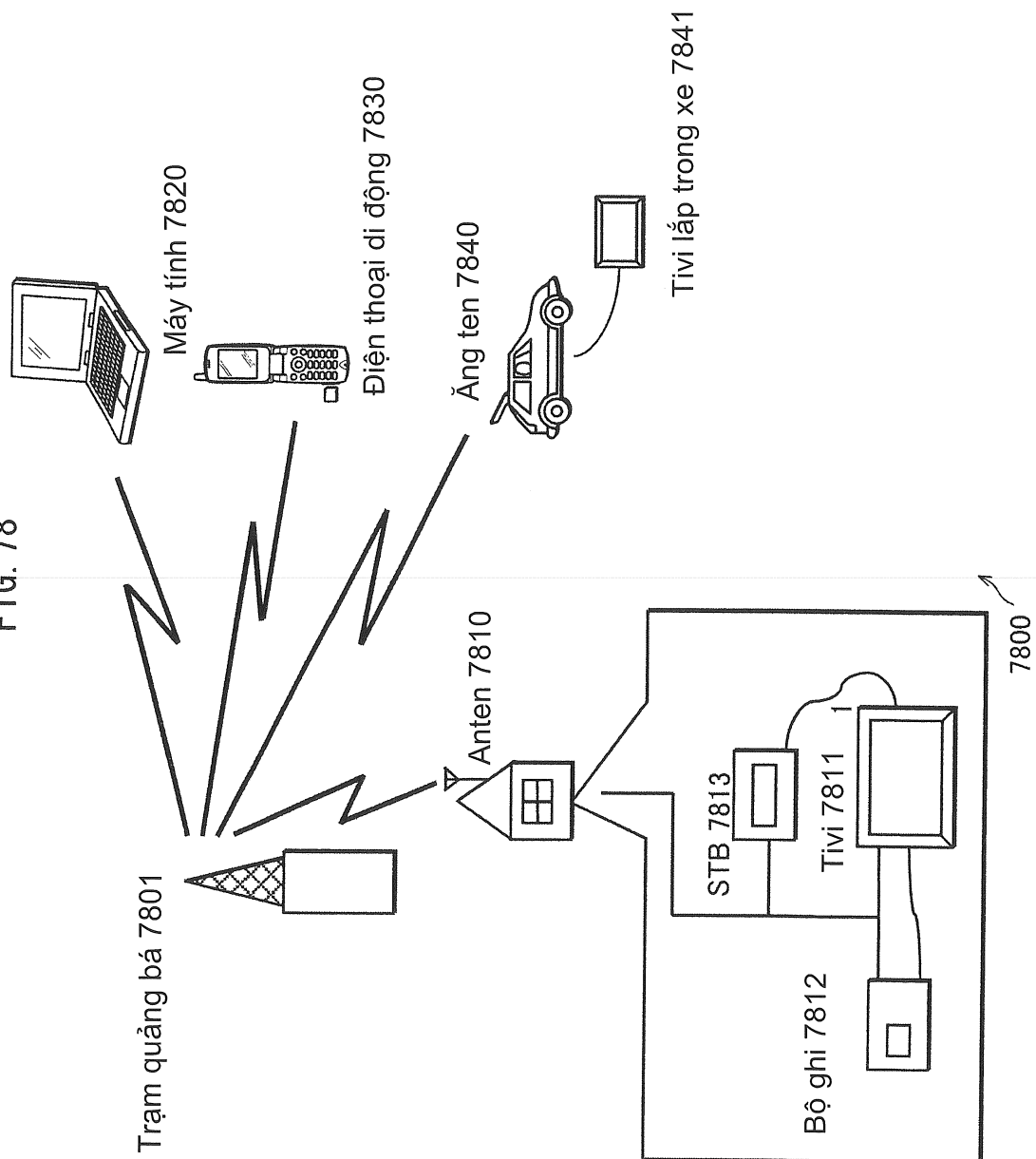


FIG. 78



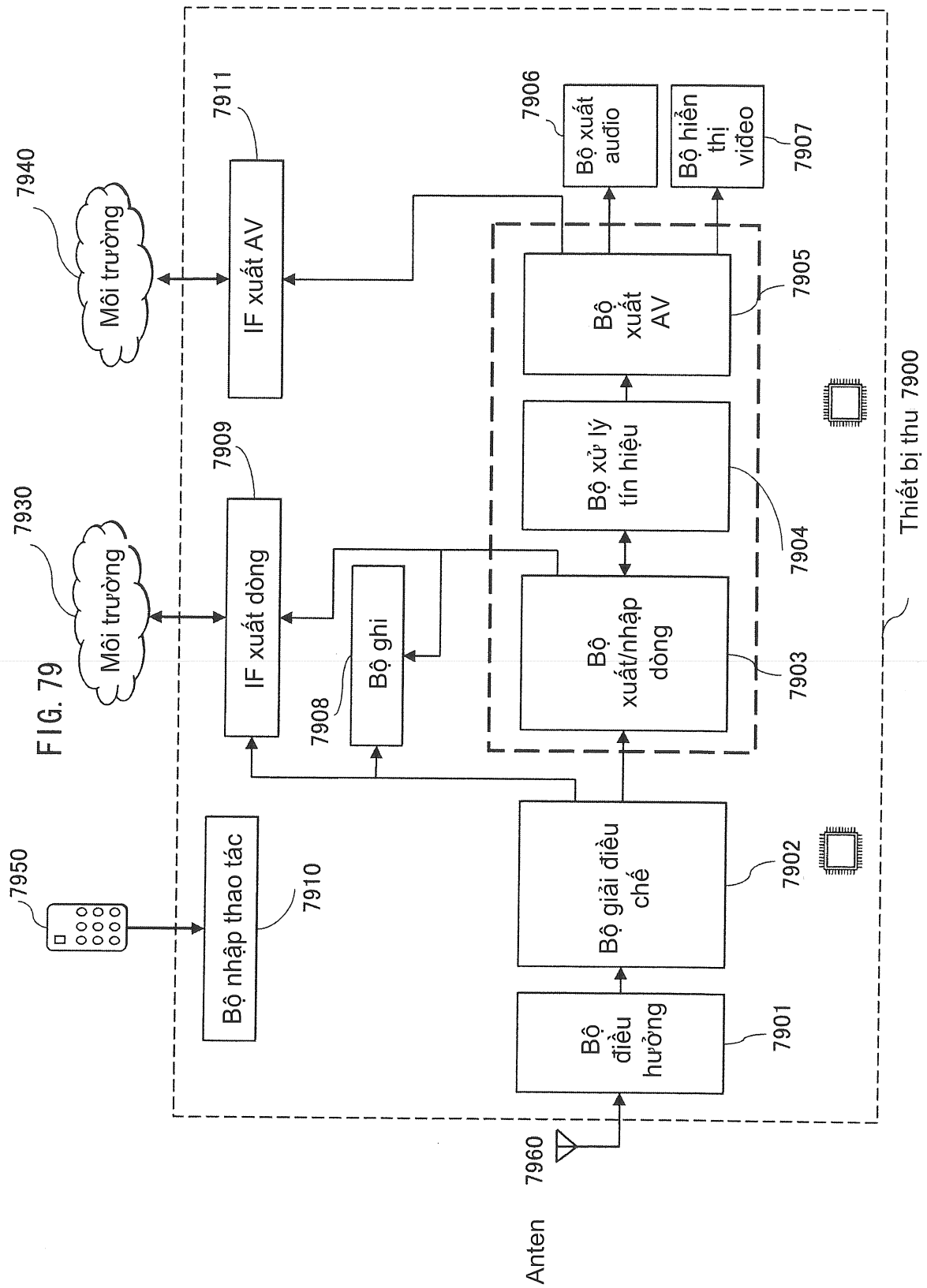


FIG. 80

Dòng video (PID=0x1011 video sự cấp)
Dòng audio (PID=0x1100)
Dòng audio PID=0x1101)
Dòng đồ họa trình diễn (PID=0x1200)
Dòng đồ họa trình diễn (PID=0x1201)
Dòng đồ họa tương tác (PID=0x1400)
Dòng video (PID =0x1B00 video thứ cấp)
Dòng video (PID =0x1B01 video thứ cấp)

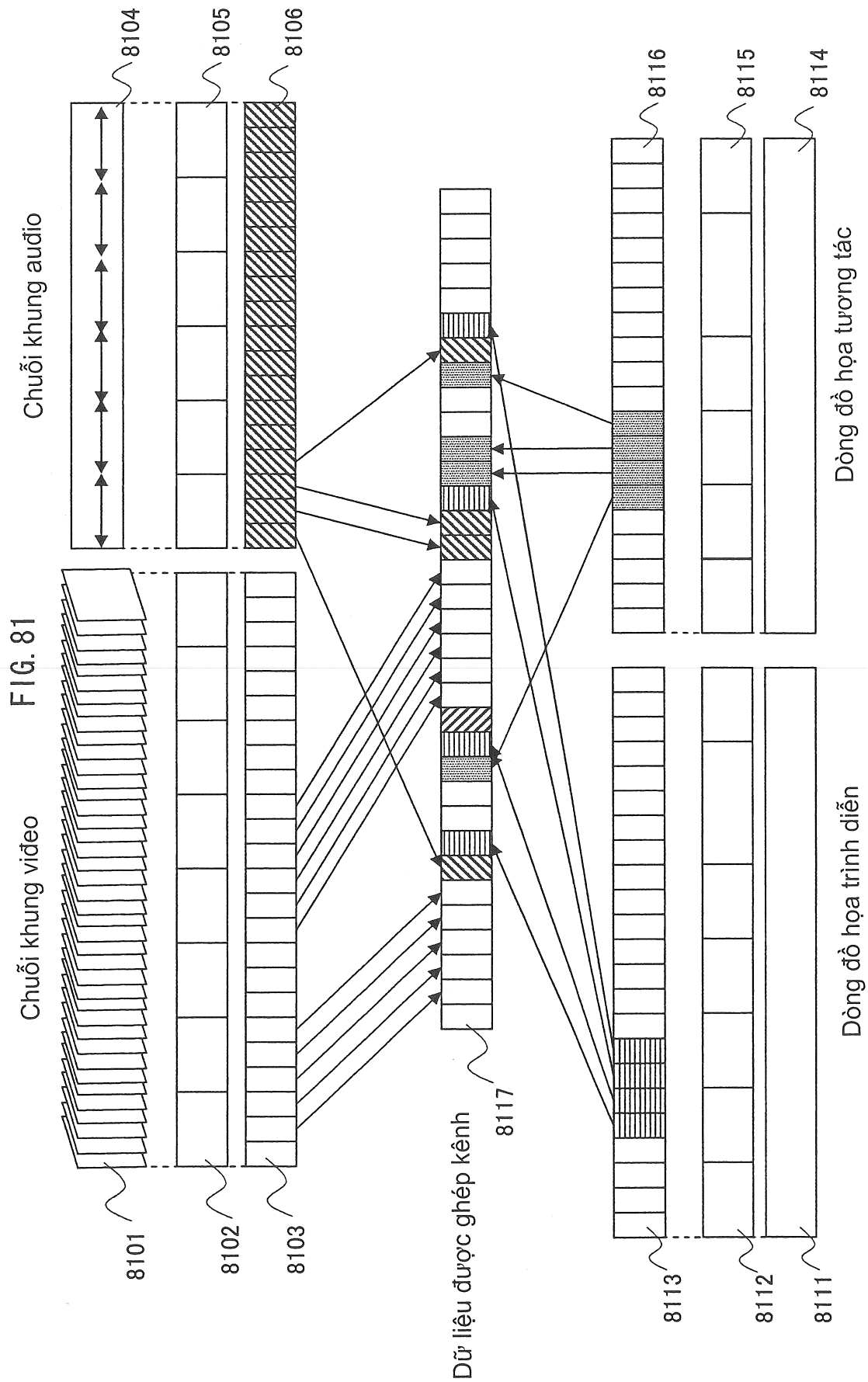


FIG. 82

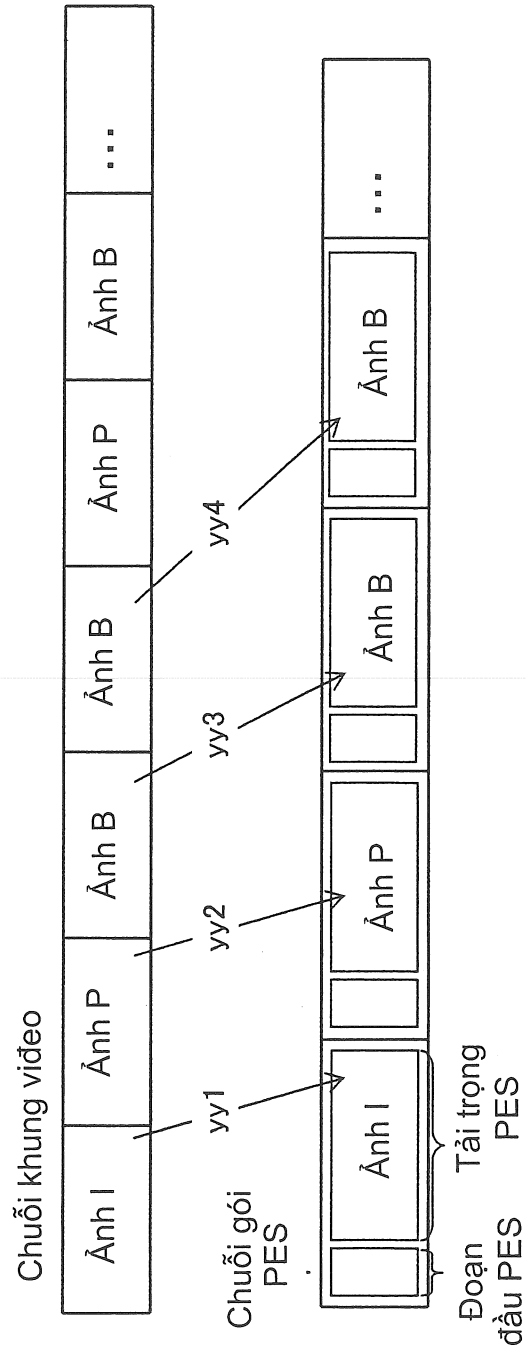


FIG. 83

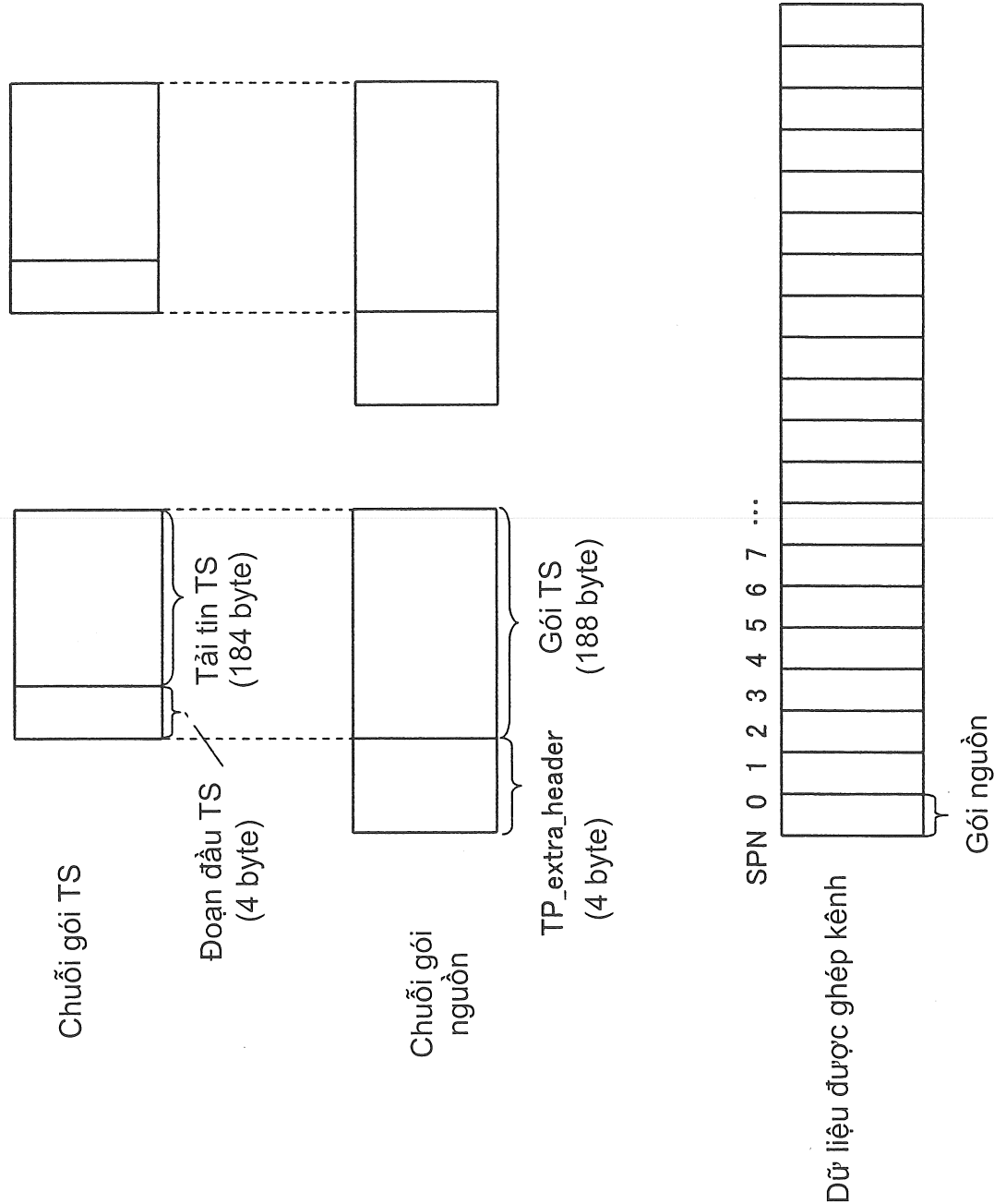


FIG. 84

Cấu trúc dữ liệu PMT

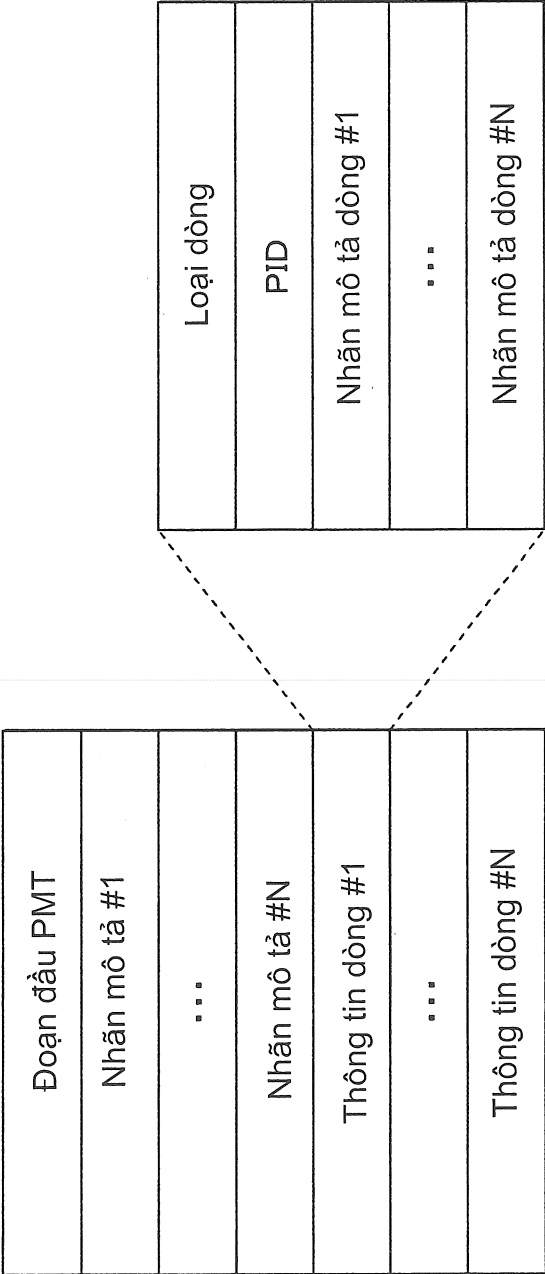


FIG. 85

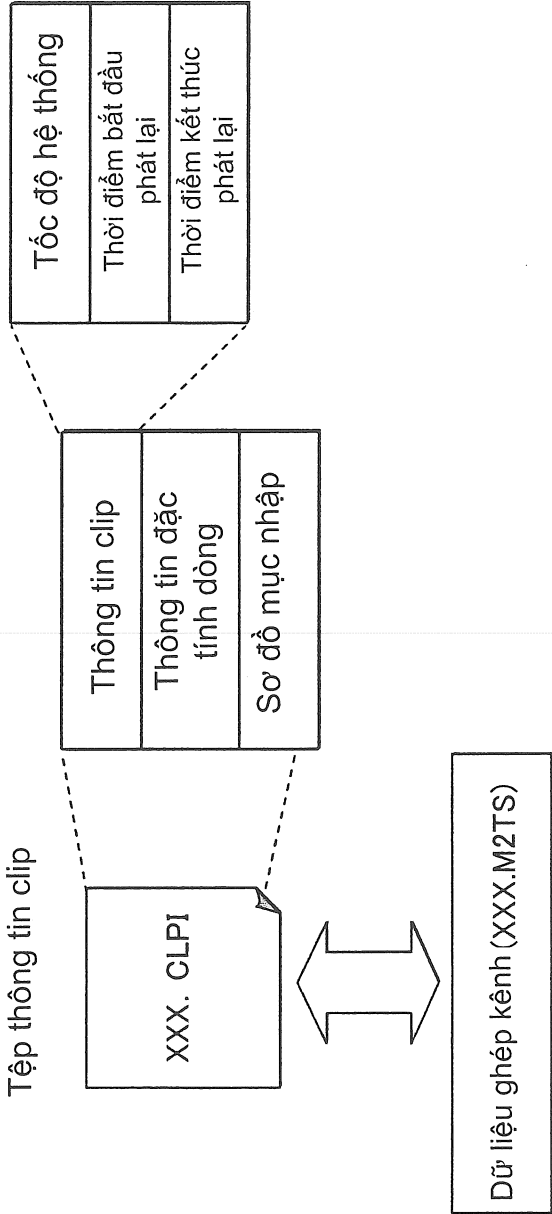
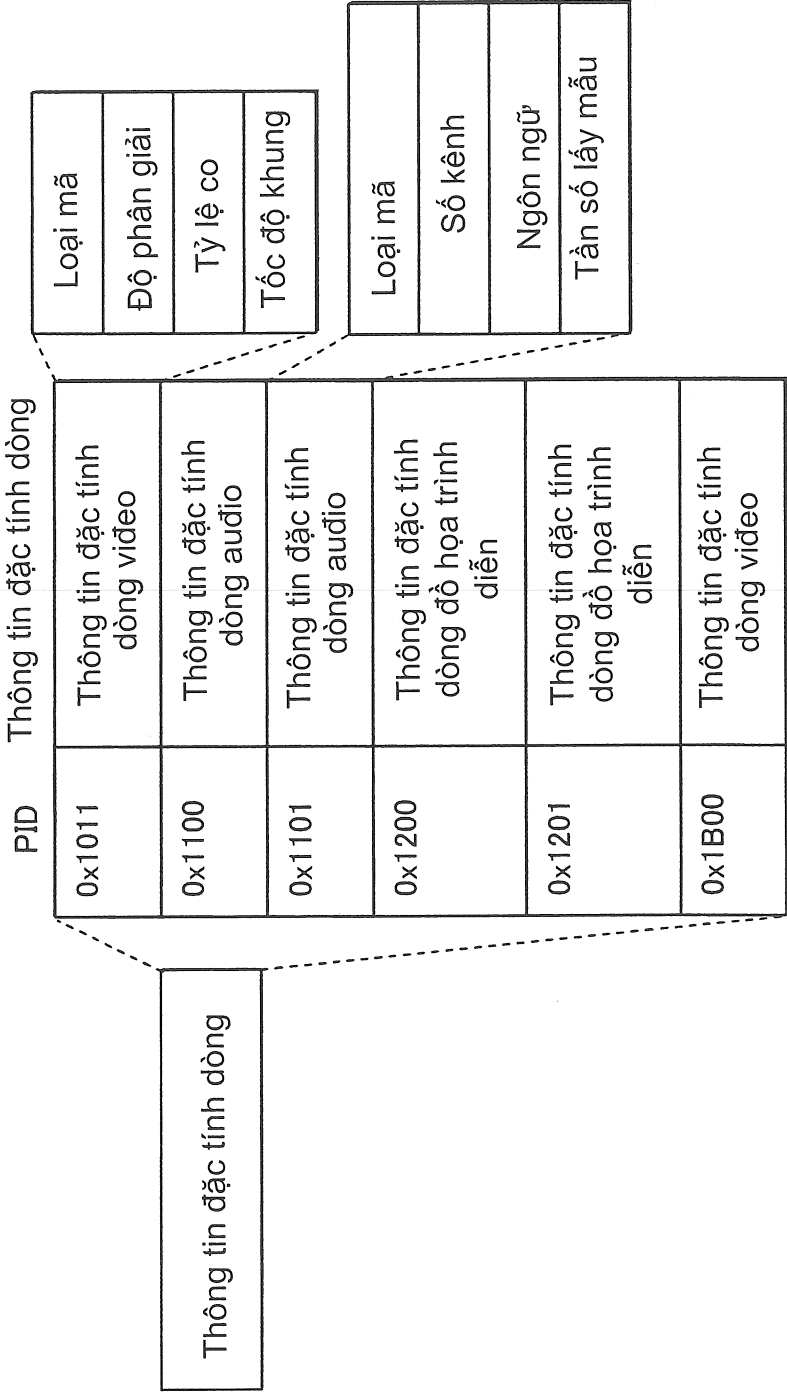


FIG. 86



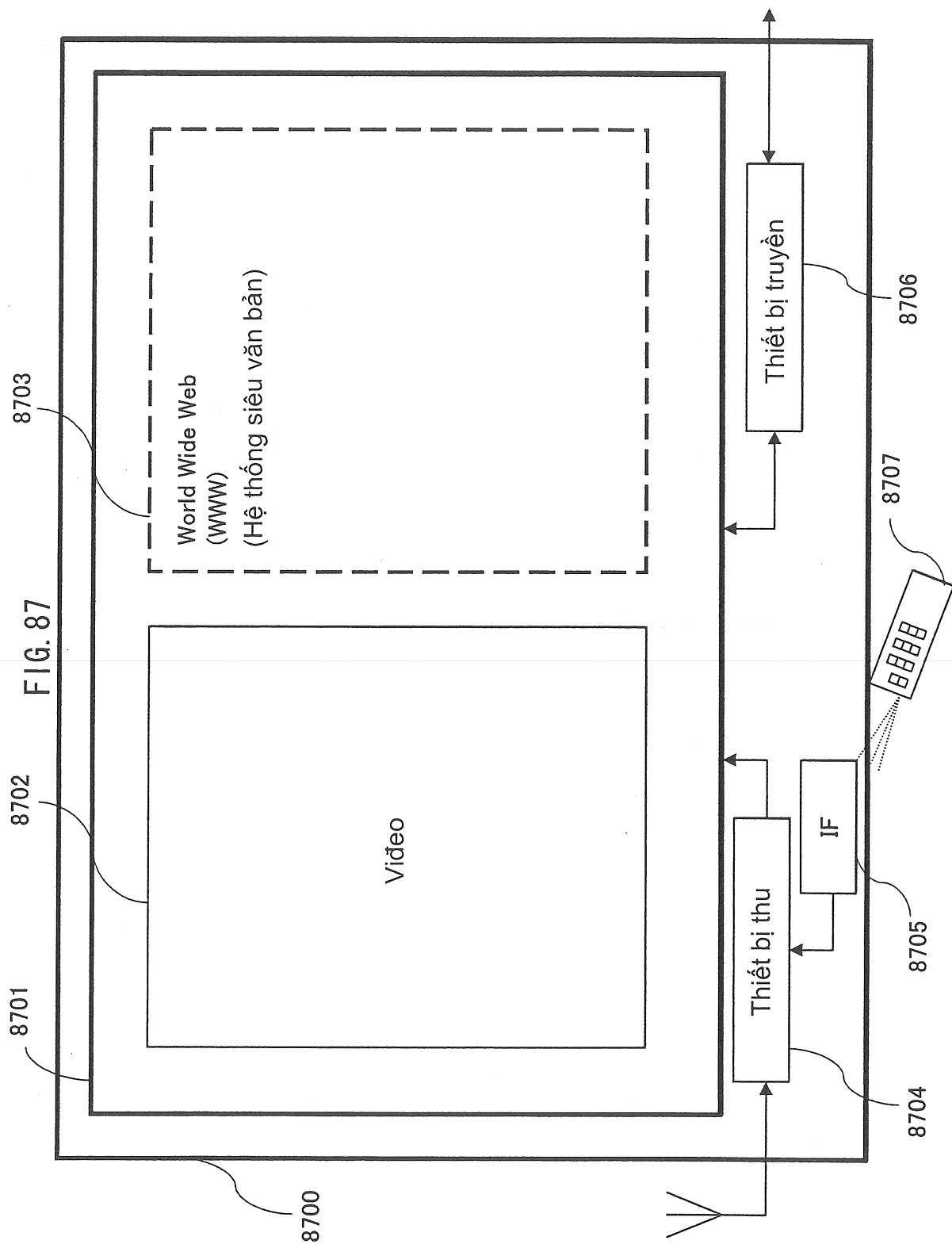


FIG. 88

