



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

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

(11)



1-0033451

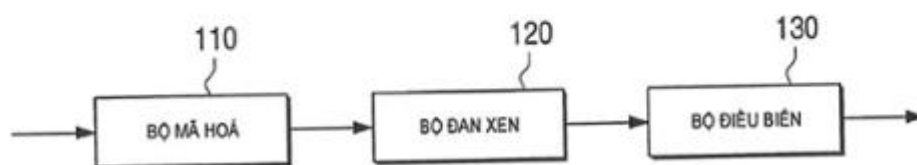
(51)⁷ H04L 27/34; H03M 13/11; H03M 13/27 (13) B

- (21) 1-2016-00511 (22) 04/07/2014
(86) PCT/KR2014/006024 04/07/2014 (87) WO 2015/002507 08/01/2015
(30) 61/843,114 05/07/2013 US; 61/864,758 12/08/2013 US; 10-2013-0125664
21/10/2013 KR; 61/897,480 30/10/2013 US; 10-2014-0026298 05/03/2014 KR; 10-
2014-0083647 04/07/2014 KR
(45) 26/09/2022 414 (43) 25/08/2016 341A
(73) SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. (KR)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si, Gyeonggi-do 16677, Republic of Korea
(72) JEONG, Hong-sil (KR); MYUNG, Se-ho (KR); KIM, Kyung-joong (KR).
(74) Công ty TNHH Sở hữu trí tuệ WINCO (WINCO CO., LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN VÀ PHƯƠNG PHÁP THU TÍN HIỆU PHÁT RỘNG
TRUYỀN HÌNH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị truyền tín hiệu và phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị này. Thiết bị truyền tín hiệu bao gồm: bộ mã hoá được tạo cấu hình để tạo ra từ mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low Density Parity Check, LDPC) bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC; bộ đan xen được tạo cấu hình để đan xen từ mã LDPC; và bộ điều biến được tạo cấu hình để ánh xạ từ mã LDPC đã đan xen lên ký hiệu điều biến. Bộ điều biến ánh xạ một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến.

100



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị truyền tín hiệu và phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị này, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết bị truyền tín hiệu để xử lý dữ liệu và truyền dữ liệu đó, và phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong xã hội công nghệ thông tin ở thế kỷ 21 này, các dịch vụ truyền thông phát rộng chuyển sang kỷ nguyên số hoá, cung cấp các dịch vụ truyền thông chất lượng cao được phân phối qua nhiều kênh và thiết lập dải tần số rộng. Cụ thể, trong những năm gần đây vì sử dụng các máy thu tín hiệu truyền hình kỹ thuật số, các thiết bị cầm tay phát lại nội dung đa phương tiện (Portable Multimedia Player, PMP) và các thiết bị phát rộng cầm tay có chất lượng cao hơn, nên lại càng cần có nhiều loại phương pháp để thu các dịch vụ phát rộng kỹ thuật số.

Nhiều nhóm tiêu chuẩn hoá đã thiết lập nhiều tiêu chuẩn khác nhau để đáp ứng yêu cầu cần cung cấp nhiều loại dịch vụ nhằm thoả mãn nhu cầu của người dùng. Tuy nhiên, vẫn cần phải có phương pháp cung cấp dịch vụ tốt hơn với hiệu suất mã hoá và giải mã cao hơn nữa.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một hoặc nhiều phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế có thể khắc phục các nhược điểm được nêu ở trên và các nhược điểm khác không được nêu ở trên. Tuy nhiên, cần phải hiểu rằng, một hoặc nhiều phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế không nhất thiết phải khắc phục các nhược điểm nêu trên, và có thể không giải quyết vấn đề nào trong số các vấn đề nêu trên.

Theo một hoặc nhiều phương án làm ví dụ, sáng chế tạo ra thiết bị truyền tín hiệu có thể ánh xạ một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low Density Parity Check, LDPC) lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến, và truyền bit đó, và phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị này.

Theo khía cạnh của phương án làm ví dụ, sáng chế đề xuất thiết bị truyền tín hiệu bao gồm: bộ mã hoá được tạo cấu hình để tạo ra từ mã LDPC bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC; bộ đan xen được tạo cấu hình để đan xen từ mã LDPC; và bộ điều biến được tạo cấu hình để ánh xạ từ mã LDPC đã đan xen lên ký hiệu điều biến, trong đó bộ điều biến ánh xạ một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến.

Mỗi nhóm có thể có 360 bit.

Bộ đan xen có thể bao gồm: bộ đan xen bit chẵn lẻ được tạo cấu hình để đan xen các bit chẵn lẻ tạo nên từ mã LDPC; bộ đan xen nhóm được tạo cấu hình để thực hiện bước đan xen nhóm bằng cách phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm và sắp xếp lại thứ tự của các nhóm đó; và bộ đan xen khối được tạo cấu hình để thực hiện bước đan xen khối cho các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự.

Bộ đan xen nhóm có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm dựa vào biểu thức 11.

Trong biểu thức 11, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 37 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 6/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 38 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 8/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 39 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 40 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 41 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 12/15.

Bộ đan xen khối có thể thực hiện bước đan xen khối bằng cách ghi các nhóm vào từng cột trong số các cột theo đơn vị nhóm theo hướng cột, và đọc từng hàng của các cột đã ghi các nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng hàng.

Bộ đan xen khối, để ghi các nhóm vào từng cột trong số các cột, có thể phân chia các cột ra thành ít nhất hai phần, ghi ít nhất một số nhóm trong số các nhóm vào phần thứ nhất của từng cột trong số các cột theo thứ tự lần lượt, và ghi các nhóm còn lại vào phần còn lại của từng cột trong số các cột.

Bộ đan xen nhóm có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm sao cho các nhóm có bit được ánh xạ vào cùng một vị trí trong các ký hiệu điều biến khác nhau được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên kề với nhau để cho bộ đan xen khối ghi một nhóm định trước trong số các nhóm vào một cột định trước trong số các cột.

Bộ điều biến có thể tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách ánh xạ một bit xuất ra từ cột định trước lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến.

Theo khía cạnh của phương án làm ví dụ khác, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị truyền tín hiệu, phương pháp xử lý tín hiệu này bao gồm các bước: tạo ra từ mã LDPC bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC; đan xen từ mã LDPC; và ánh xạ từ mã LDPC đã đan xen lên ký hiệu điều biến, trong đó bước ánh xạ từ mã LDPC đã đan xen lên ký hiệu điều biến bao gồm bước ánh xạ một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến.

Mỗi nhóm có thể có 360 bit.

Bước đan xen có thể bao gồm các bước: đan xen các bit chẵn lẻ tạo nên từ mã LDPC; đan xen nhóm bằng cách phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm và sắp xếp lại thứ tự của các nhóm đó; và đan xen khối cho các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự.

Bước sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm có thể bao gồm bước sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 11.

Trong biểu thức 11, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 37 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 6/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 38 khi độ dài của từ mã LDPC bằng

64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 8/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 39 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 40 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 41 khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 12/15.

Bước đan xen khối cho các nhóm có thể bao gồm các bước: thực hiện bước đan xen khối bằng cách ghi các nhóm vào từng cột trong số các cột theo đơn vị nhóm theo hướng cột; và đọc từng hàng của các cột đã ghi các nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng hàng.

Bước đan xen khối cho các nhóm có thể bao gồm các bước: phân chia các cột ra thành ít nhất hai phần; ghi ít nhất một số nhóm trong số các nhóm vào phần thứ nhất của từng cột trong số các cột theo thứ tự lần lượt; và ghi các nhóm còn lại vào phần còn lại của từng cột trong số các cột.

Bước sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm có thể được thực hiện sao cho các nhóm có bit được ánh xạ vào cùng một vị trí trong các ký hiệu điều biến khác nhau được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên kề với nhau để cho một nhóm định trước trong số các nhóm được ghi vào một cột định trước trong số các cột.

Bước ánh xạ từ mã LDPC lên ký hiệu điều biến có thể bao gồm bước tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách ánh xạ một bit xuất ra từ cột định trước lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến.

Theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế nêu trên, có thể đạt được hiệu suất cao hơn khi giải mã và thu tín hiệu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh nêu trên và/hoặc các khía cạnh khác của sáng chế sẽ trở nên dễ hiểu hơn sau khi xem phần mô tả chi tiết sáng chế dưới đây, kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của thiết bị truyền tín hiệu theo phương án làm

ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.2 và Fig.3 là các hình vẽ thể hiện cấu trúc của ma trận kiểm tra chẵn lẻ theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của bộ đan xen theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.5 đến Fig.7 là các hình vẽ thể hiện phương pháp xử lý từ mã LDPC theo đơn vị nhóm theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.8 đến Fig.11 là các hình vẽ thể hiện cấu hình của bộ đan xen khối và phương pháp đan xen theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.12 và Fig.13 là các hình vẽ thể hiện hoạt động của bộ phân kênh theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện ví dụ về phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.15 đến Fig.19 là các hình vẽ thể hiện ví dụ về phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.20 đến Fig.22 là các hình vẽ thể hiện hiệu suất khi áp dụng phương pháp xử lý tín hiệu theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.23 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của bộ đan xen theo phương án làm ví dụ khác của sáng chế;

Fig.24 đến Fig.26 là các hình vẽ thể hiện cấu hình của bộ đan xen khối theo hàng và phương pháp đan xen theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.27 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của thiết bị thu tín hiệu theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.28 và Fig.29 là các sơ đồ khối thể hiện cấu hình của bộ giải đan xen theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế;

Fig.30 là lưu đồ thể hiện phương pháp xử lý tín hiệu theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế; và

Fig.31 là hình vẽ thể hiện bộ giải đan xen khối theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Trong phần mô tả sáng chế dưới đây, các số chỉ dẫn giống nhau được dùng để thể hiện các bộ phận giống nhau trên các hình vẽ khác nhau. Những thông tin chi tiết được nêu trong phần mô tả sáng chế, như cấu hình và các bộ phận chi tiết, được dùng để giúp hiểu rõ về các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế. Vì vậy, rõ ràng là, các phương án làm ví dụ có thể được thực hiện mà không cần dùng đến những thông tin chi tiết cụ thể đó. Ngoài ra, trong sáng chế sẽ không mô tả chi tiết các chức năng hoặc bộ phận đã biết trong lĩnh vực kỹ thuật liên quan để tránh làm mờ nhạt các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế vì những chi tiết không cần thiết.

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của thiết bị truyền tín hiệu theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế. Dựa vào Fig.1, thiết bị truyền tín hiệu 100 bao gồm bộ mã hoá 110, bộ đan xen 120 và bộ điều biến 130 (hoặc bộ ánh xạ chòm điểm).

Bộ mã hoá 110 tạo ra từ mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC) bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC. Bộ mã hoá 110 có thể bao gồm bộ mã hoá LDPC (không được thể hiện trên hình vẽ) để thực hiện bước mã hoá LDPC.

Cụ thể, bộ mã hoá 110 mã hoá LDPC cho các bit đầu vào thành các bit từ thông tin để tạo ra từ mã LDPC gồm có các bit từ thông tin và các bit chẵn lẻ (tức là các bit chẵn lẻ LDPC). Theo phương án này, vì mã LDPC để mã hoá LDPC là mã có hệ thống, nên các bit từ thông tin có thể được đưa vào trong từ mã LDPC như nguyên dạng của chúng.

Từ mã LDPC gồm có các bit từ thông tin và các bit chẵn lẻ. Ví dụ, từ mã LDPC có N_{ldpc} bit, và bao gồm K_{ldpc} bit từ thông tin và $N_{parity} = N_{ldpc} - K_{ldpc}$ bit chẵn lẻ.

Trong trường hợp này, bộ mã hoá 110 có thể tạo ra từ mã LDPC bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ. Nghĩa là, vì phương pháp mã hoá LDPC là phương pháp để tạo ra từ mã LDPC thoả mãn hệ thức $H \cdot C^T = 0$, cho nên bộ mã hoá 110 có thể sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ khi thực hiện bước mã hoá LDPC.

Trong đó, H là ma trận kiểm tra chẵn lẻ và C là từ mã LDPC.

Để mã hoá LDPC, thiết bị truyền tín hiệu 100 có thể có một bộ nhớ riêng và có thể lưu trữ trước các ma trận kiểm tra chẵn lẻ với các cấu trúc khác nhau.

Ví dụ, thiết bị truyền tín hiệu 100 có thể lưu trữ trước các ma trận kiểm tra chẵn lẻ được xác định theo tiêu chuẩn hệ thống truyền hình cáp kỹ thuật số thế hệ thứ hai (Digital Video Broadcasting-Cable version 2, DVB-C2), tiêu chuẩn hệ thống truyền hình vệ tinh kỹ thuật số thế hệ thứ hai (Digital Video Broadcasting-Satellite-Second Generation, DVB-S2), tiêu chuẩn hệ thống truyền hình mặt đất kỹ thuật số thế hệ thứ hai (Digital Video Broadcasting-Second Generation Terrestrial, DVB-T2), v.v., hoặc có thể lưu trữ trước các ma trận kiểm tra chẵn lẻ được xác định theo các tiêu chuẩn Advanced Television System Committee (ATSC) 3.0 cho hệ thống tiêu chuẩn phát rộng kỹ thuật số ở Bắc Mỹ, các tiêu chuẩn này hiện đang được thiết lập. Tuy nhiên, đó chỉ là ví dụ minh hoạ và thiết bị truyền tín hiệu 100 có thể lưu trữ trước các ma trận kiểm tra chẵn lẻ với các cấu trúc khác, ngoài các ma trận kiểm tra chẵn lẻ nêu trên.

Cấu trúc của ma trận kiểm tra chẵn lẻ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào Fig.2 và Fig.3.

Trước tiên, dựa vào Fig.2, ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 gồm có ma trận con từ thông tin 210 tương ứng với các bit từ thông tin, và ma trận con chẵn lẻ 220 tương ứng với các bit chẵn lẻ. Trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200, các phần tử không phải là phần tử 1 đều có giá trị bằng 0.

Ma trận con từ thông tin 210 có K_{ldpc} cột và ma trận con chẵn lẻ 220 có $N_{parity} = N_{ldpc} - K_{ldpc}$ cột. Số lượng hàng của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 bằng số lượng cột của ma trận con chẵn lẻ 220, $N_{parity} = N_{ldpc} - K_{ldpc}$.

Ngoài ra, trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200, N_{ldpc} là độ dài của từ mã LDPC, K_{ldpc} là độ dài của các bit từ thông tin, và $N_{parity} = N_{ldpc} - K_{ldpc}$ là độ dài của các bit chẵn lẻ. Độ dài của từ mã LDPC, các bit từ thông tin và các bit chẵn lẻ được hiểu là số lượng bit có trong mỗi từ mã LDPC, gồm có các bit thông tin và các bit chẵn lẻ.

Cấu trúc của ma trận con từ thông tin 210 và ma trận con chẵn lẻ 220 sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Ma trận con từ thông tin 210 có K_{ldpc} cột (từ cột thứ 0 đến cột thứ $(K_{ldpc}-1)$), và tuân thủ các quy tắc sau đây:

Thứ nhất, M cột được chọn trong số K_{ldpc} cột của ma trận con từ thông tin 210 thuộc cùng một nhóm, và K_{ldpc} cột được phân chia ra thành K_{ldpc}/M nhóm cột. Trong mỗi nhóm cột, một cột được dịch chuyển tuần hoàn so với cột liền trước với khoảng cách dịch chuyển là Q_{ldpc} hoặc Q_{ldpc} bit.

Trong đó, M là khoảng lặp lại của một mẫu nhóm cột, gồm nhiều cột, trong ma trận con từ thông tin 210 (ví dụ $M = 360$), và Q_{ldpc} là khoảng cách dịch chuyển tuần hoàn của một cột so với cột liền trước trong cùng một nhóm cột của ma trận con từ thông tin 210. M và Q_{ldpc} là các số nguyên và được xác định sao cho thỏa mãn hệ thức $Q_{ldpc} = (N_{ldpc} - K_{ldpc})/M$. Trong trường hợp này, K_{ldpc}/M cũng là số nguyên. M và Q_{ldpc} có thể có các giá trị khác nhau tùy theo độ dài của từ mã LDPC và tỷ lệ mã.

Ví dụ, khi $M = 360$ và độ dài của từ mã LDPC, N_{ldpc} , bằng 64800, thì Q_{ldpc} có thể được xác định như được thể hiện trong bảng 1 dưới đây, còn khi $M = 360$ và độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, thì Q_{ldpc} có thể được xác định như được thể hiện trong bảng 2 dưới đây:

Bảng 1

Tỷ lệ mã	N_{ldpc}	M	Q_{ldpc}
5/15	64800	360	120
6/15	64800	360	108
7/15	64800	360	96
8/15	64800	360	84
9/15	64800	360	72
10/15	64800	360	60
11/15	64800	360	48
12/15	64800	360	36
13/15	64800	360	24

Bảng 2

Tỷ lệ mã	N_{ldpc}	M	Q_{ldpc}
5/15	16200	360	30
6/15	16200	360	27
7/15	16200	360	24
8/15	16200	360	21
9/15	16200	360	18
10/15	16200	360	15
11/15	16200	360	12
12/15	16200	360	9
13/15	16200	360	6

Thứ hai, khi bậc của cột thứ 0 của nhóm cột thứ i ($i = 0, 1, \dots, K_{ldpc}/M-1$) bằng D_i (trong đó, bậc là số lượng giá trị 1 có mặt trong mỗi cột và tất cả các cột thuộc cùng một nhóm cột có cùng một bậc), và vị trí (hoặc chỉ số) của mỗi hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i là $R_{i,0}^{(0)}, R_{i,0}^{(1)}, \dots, R_{i,0}^{(D_i-1)}$, thì chỉ số $R_{i,j}^{(k)}$ của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ j của nhóm cột thứ i (tức là chỉ số của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ j của nhóm cột thứ i) được xác định theo biểu thức 1 sau đây:

$$R_{i,j}^{(k)} = R_{i,(j-1)}^{(k)} + Q_{ldpc} \bmod (N_{ldpc} - K_{ldpc}) \quad (1)$$

trong đó $k = 0, 1, 2, \dots, D_i-1$; $i = 0, 1, \dots, K_{ldpc}/M-1$; và $j = 1, 2, \dots, M-1$.

Biểu thức 1 có thể được biểu diễn dưới dạng biểu thức 2 sau đây:

$$R_{i,j}^{(k)} = \{R_{i,0}^{(k)} + (j \bmod M) \times Q_{ldpc}\} \bmod (N_{ldpc} - K_{ldpc}) \quad (2)$$

trong đó $k = 0, 1, 2, \dots, D_i-1$; $i = 0, 1, \dots, K_{ldpc}/M-1$; và $j = 1, 2, \dots, M-1$.

Trong các biểu thức nêu trên, $R_{i,j}^{(k)}$ là chỉ số của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ j của nhóm cột thứ i , N_{ldpc} là độ dài của từ mã LDPC, K_{ldpc} là độ dài của các bit từ thông tin, D_i là bậc của các cột thuộc nhóm cột thứ i , M là số lượng cột thuộc một nhóm cột, và Q_{ldpc} là khoảng cách dịch chuyển tuần hoàn của mỗi cột trong nhóm cột.

Kết quả là, dựa vào các biểu thức này, nếu chỉ biết $R_{i,0}^{(k)}$, có thể tìm được chỉ số $R_{i,j}^{(k)}$ của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ j của nhóm cột thứ i . Vì vậy, khi giá

trị chỉ số của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ nhất của mỗi nhóm cột được lưu trữ, có thể biết được vị trí của cột và hàng có chứa giá trị 1 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 với cấu trúc được thể hiện trên Fig.2 (tức là trong ma trận con từ thông tin 210 của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200).

Theo các quy tắc nêu trên, tất cả các cột thuộc nhóm cột thứ i có cùng một bậc D_i . Do đó, từ mã LDPC để lưu trữ thông tin về ma trận kiểm tra chẵn lẻ theo các quy tắc nêu trên có thể được biểu diễn ngắn gọn như sau.

Ví dụ, khi N_{ldpc} bằng 30, K_{ldpc} bằng 15, và Q_{ldpc} bằng 3, thì thông tin vị trí của hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của các nhóm có ba cột có thể được biểu diễn bằng dãy biểu thức 3 và có thể được gọi là “dãy vị trí của giá trị 1”.

$$\begin{aligned} R_{1,0}^{(1)} &= 1, R_{1,0}^{(2)} = 2, R_{1,0}^{(3)} = 8, R_{1,0}^{(4)} = 10, \\ R_{2,0}^{(1)} &= 0, R_{2,0}^{(2)} = 9, R_{2,0}^{(3)} = 13, \\ R_{3,0}^{(1)} &= 0, R_{3,0}^{(2)} = 14. \end{aligned} \quad (3)$$

trong đó $R_{i,j}^{(k)}$ là chỉ số của hàng có chứa giá trị 1 thứ k trong cột thứ j của nhóm cột thứ i .

Dãy vị trí của giá trị 1 theo biểu thức 3 thể hiện chỉ số của hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của mỗi nhóm cột có thể được thể hiện ngắn gọn trong bảng 3 dưới đây:

Bảng 3

1 2 8 10
0 9 13
0 14

Bảng 3 thể hiện vị trí của các phần tử có giá trị 1, tức là giá trị bằng 1, trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, và dãy vị trí của giá trị 1 thứ i được biểu diễn bằng chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i .

Ma trận con từ thông tin 210 của ma trận kiểm tra chẵn lẻ theo phương án làm ví dụ có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 dưới đây, dựa vào phần mô tả sáng chế nêu trên.

Cụ thể, các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 thể hiện chỉ số của các hàng có chứa giá trị

1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210. Nghĩa là, ma trận con từ thông tin 210 có nhiều nhóm cột, mỗi nhóm cột có M cột, và vị trí của các giá trị 1 ở cột thứ 0 của mỗi nhóm cột trong số các nhóm cột này có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26.

Trong đó, chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i được hiểu là “địa chỉ của các vùng chứa bit chẵn lẻ”. “Địa chỉ của các vùng chứa bit chẵn lẻ” có ý nghĩa như được quy định trong các tiêu chuẩn DVB-C2/S2/T2 hoặc các tiêu chuẩn ATSC 3.0, các tiêu chuẩn này hiện đang được thiết lập, và do đó trong sáng chế sẽ không mô tả chi tiết nữa.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 5/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 4 dưới đây:

Bảng 4

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	245 449 491 980 1064 1194 1277 1671 2026 3186 4399 4900 5283 5413 5558 6570 7492 7768 7837 7984 8306 8483 8685 9357 9642 10045 10179 10261 10338 10412
1	1318 1584 1682 1860 1954 2000 2062 3387 3441 3879 3931 4240 4302 4446 4603 5117 5588 5675 5793 5955 6097 6221 6449 6616 7218 7394 9535 9896 10009 10763
2	105 472 785 911 1168 1450 2550 2851 3277 3624 4128 4460 4572 4669 4783 5102 5133 5199 5905 6647 7028 7086 7703 8121 8217 9149 9304 9476 9736 9884
3	1217 5338 5737 8334
4	855 994 2979 9443
5	7506 7811 9212 9982
6	848 3313 3380 3990
7	2095 4113 4620 9946
8	1488 2396 6130 7483
9	1002 2241 7067 10418
10	2008 3199 7215 7502
11	1161 7705 8194 8534
12	2316 4803 8649 9359
13	125 1880 3177
14	1141 8033 9072

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 6/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 5 dưới đây:

Bảng 5

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	13 88 136 188 398 794 855 918 954 1950 2762 2837 2847 4209 4342 5092 5334 5498 5731 5837 6150 6942 7127 7402 7936 8235 8307 8600 9001 9419 9442 9710
1	619 792 1002 1148 1528 1533 1925 2207 2766 3021 3267 3593 3947 4832 4873 5109 5488 5882 6079 6097 6276 6499 6584 6738 6795 7550 7723 7786 8732 9060 9270 9401
2	499 717 1551 1791 2535 3135 3582 3813 4047 4309 5126 5186 5219 5716 5977 6236 6406 6586 6591 7085 7199 7485 7726 7878 8027 8066 8425 8802 9309 9464 9553 9671
3	658 4058 7824 8512
4	3245 4743 8117 9369
5	465 6559 8112 9461
6	975 2368 4444 6095
7	4128 5993 9182 9473
8	9 3822 5306 5320
9	4 8311 9571 9669
10	13 8122 8949 9656
11	3353 4449 5829 8053
12	7885 9118 9674
13	7575 9591 9670
14	431 8123 9271
15	4228 75 87 9270
16	8847 9146 9556
17	11 5213 7763

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 7/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 6 dưới đây:

Bảng 6

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	432 655 893 942 1285 1427 1738 2199 2441 2565 2932 3201 4144 4419 4678 4963 5423 5922 6433 6564 6656 7478 7514 7892
1	220 453 690 826 1116 1425 1488 1901 3119 3182 3568 3800 3953 4071 4782 5038 5555 6836 6871 7131 7609 7850 8317 8443
2	300 454 497 930 1757 2145 2314 2372 2467 2819 3191 3256 3699 3984 4538 4965 5461 5742 5912 6135 6649 7636 8078 8455
3	24 65 565 609 990 1319 1394 1465 1918 1976 2463 2987 3330 3677 4195 4240 4947 5372 6453 6950 7066 8412 8500 8599
4	1373 4668 5324 7777
5	189 3930 5766 6877
6	3 2961 4207 5747
7	1108 4768 6743 7106

8	1282 2274 2750 6204
9	2279 2587 2737 6344
10	2889 3164 7275 8040
11	133 2734 5081 8386
12	437 3203 7121
13	4280 7128 8490
14	619 4563 6206
15	2799 6814 6991
16	244 4212 5925
17	1719 7657 8554
18	53 1895 6685
19	584 5420 6856
20	2958 5834 8103

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 8/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 7, bảng 8 hoặc bảng 9 dưới đây:

Bảng 7

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	32 384 430 591 1296 1976 1999 2137 2175 3638 4214 4304 4486 4662 4999 5174 5700 6969 7115 7138 7189
1	1788 1881 1910 2724 4504 4928 4973 5616 5686 5718 5846 6523 6893 6994 7074 7100 7277 7399 7476 7480 7537
2	2791 2824 2927 4196 4298 4800 4948 5361 5401 5688 5818 5862 5969 6029 6244 6645 6962 7203 7302 7454 7534
3	574 1461 1826 2056 2069 2387 2794 3349 3366 4951 5826 5834 5903 6640 6762 6786 6859 7043 7418 7431 7554
4	14 178 675 823 890 930 1209 1311 2898 4339 4600 5203 6485 6549 6970 7208 7218 7298 7454 7457 7462
5	4075 4188 7313 7553
6	5145 6018 7148 7507
7	3198 4858 6983 7033
8	3170 5126 5625 6901
9	2839 6093 7071 7450
10	11 3735 5413
11	2497 5400 7238
12	2067 5172 5714
13	1889 7173 7329
14	1795 2773 3499
15	2695 2944 6735
16	3221 4625 5897
17	1690 6122 6816

18	5013 6839 7358
19	1601 6849 7415
20	2180 7389 7543
21	2121 6838 7054
22	1948 3109 5046
23	272 1015 7464

Bảng 8

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	5 519 825 1871 2098 2478 2659 2820 3200 3294 3650 3804 3949 4426 4460 4503 4568 4590 4949 5219 5662 5738 5905 5911 6160 6404 6637 6708 6737 6814 7263 7412
1	81 391 1272 1633 2062 2882 3443 3503 3535 3908 4033 4163 4490 4929 5262 5399 5576 5768 5910 6331 6430 6844 6867 7201 7274 7290 7343 7350 7378 7387 7440 7554
2	105 975 3421 3480 4120 4444 5957 5971 6119 6617 6761 6810 7067 7353
3	6 138 485 1444 1512 2615 2990 3109 5604 6435 6513 6632 6704 7507
4	20 858 1051 2539 3049 5162 5308 6158 6391 6604 6744 7071 7195 7238
5	1140 5838 6203 6748
6	6282 6466 6481 6638
7	2346 2592 5436 7487
8	2219 3897 5896 7528
9	2897 6028 7018
10	1285 1863 5324
11	3075 6005 6466
12	5 6020 7551
13	2121 3751 7507
14	4027 5488 7542
15	2 6012 7011
16	3823 5531 5687
17	1379 2262 5297
18	1882 7498 7551
19	3749 4806 7227
20	2 2074 6898
21	17 616 7482
22	9 6823 7480
23	5195 5880 7559

Bảng 9

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	6 243 617 697 1380 1504 1864 1874 1883 2075 2122 2439 2489 3076 3715 3719 3824 4028 4807 5006 5196 5532 5688 5881 6216 6899 7000 7118 7284 7412 7417 7523
1	0 6 17 20 105 1279 2443 2523 2800 3458 3684 4257 4799 4819 5499 5665 5810 5927 6169 6536 6617 6669 7069 7127 7132 7158 7164 7230 7320 7393 7396 7465
2	2 6 12 15 2033 2125 3352 3382 5931 7024 7143 7358 7391 7504

3	5 17 1725 1932 3277 4781 4888 6025 6374 7001 7139 7510 7524 7548
4	4 19 101 1493 4111 4163 4599 6517 6604 6948 6963 7008 7280 7319
5	8 28 2289 5025
6	5505 5693 6844 7552
7	9 3441 7424 7533
8	917 1816 3540 4552
9	256 6362 6868
10	2125 3144 5576
11	3443 5553 7201
12	2219 3897 4541
13	6331 6481 7224
14	7 1444 5568
15	81 1325 3345
16	778 2726 7316
17	3512 6462 7259
18	768 3751 6028
19	4665 7130 7452
20	2375 6814 7450
21	7073 7209 7483
22	2592 6466 7018
23	3716 5838 7547

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 9/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 10 dưới đây:

Bảng 10

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	350 462 1291 1383 1821 2235 2493 3328 3353 3772 3872 3923 4259 4426 4542 4972 5347 6217 6246 6332 6386
1	177 869 1214 1253 1398 1482 1737 2014 2161 2331 3108 3297 3438 4388 4430 4456 4522 4783 5273 6037 6395
2	347 501 658 966 1622 1659 1934 2117 2527 3168 3231 3379 3427 3739 4218 4497 4894 5000 5167 5728 5975
3	319 398 599 1143 1796 3198 3521 3886 4139 4453 4556 4636 4688 4753 4986 5199 5224 5496 5698 5724 6123
4	162 257 304 524 945 1695 1855 2527 2780 2902 2958 3439 3484 4224 4769 4928 5156 5303 5971 6358 6477
5	807 1695 2941 4276
6	2652 2857 4660 6358
7	329 2100 2412 3632
8	1151 1231 3872 4869
9	1561 3565 5138 5303

10	407 794 1455
11	3438 5683 5749
12	1504 1985 3563
13	440 5021 6321
14	194 3645 5923
15	1217 1462 6422
16	1212 4715 5973
17	4098 5100 5642
18	5512 5857 6226
19	2583 5506 5933
20	784 1801 4890
21	4734 4779 4875
22	938 5081 5377
23	127 4125 4704
24	1244 2178 3352
25	3659 6350 6465
26	1686 3464 4336

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 10/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 11, bảng 12 hoặc bảng 13 dưới đây:

Bảng 11

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	76 545 1005 1029 1390 1970 2525 2971 3448 3845 4088 4114 4163 4373 4640 4705 4970 5094
1	14 463 600 1676 2239 2319 2326 2815 2887 4278 4457 4493 4597 4918 4989 5038 5261 5384
2	451 632 829 1006 1530 1723 2205 2587 2801 3041 3849 4382 4595 4727 5006 5156 5224 5276
3	211 265 1293 1777 1926 2214 2909 2957 3178 3278 3771 4547 4563 4737 4879 5068 5232 5344
4	6 2901 3925 5384
5	2858 4152 5006 5202
6	9 1232 2063 2768
7	7 11 2781 3871
8	12 2161 2820 4078
9	3 3510 4668 5323
10	253 411 3215 5241
11	3919 4789 5040 5302
12	12 5113 5256 5352
13	9 1461 4004 5241
14	1688 3585 4480 5394
15	8 2127 3469 4360
16	2827 4049 5084 5379
17	1770 3331 5315 5386

18	1885 2817 4900 5088
19	2568 3854 4660
20	1604 3565 5373
21	2317 4636 5156
22	2480 2816 4094
23	14 4518 4826
24	127 1192 3872
25	93 2282 3663
26	2962 5085 5314
27	2078 4277 5089
28	9 5280 5292
29	50 2847 4742

Bảng 12

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	446 449 544 788 992 1389 1800 1933 2461 2975 3186 3442 3733 3773 4076 4308 4323 4605 4882 5034 5080 5135 5146 5269 5307
1	25 113 139 147 307 1066 1078 1572 1773 1957 2143 2609 2642 2901 3371 3414 3935 4141 4165 4271 4520 4754 4971 5160 5179
2	341 424 1373 1559 1953 2577 2721 3257 3706 4025 4273 4689 4995 5005
3	442 465 1892 2274 2292 2999 3156 3308 3883 4084 4316 4636 4743 5200
4	22 1809 2406 3332 3359 3430 3466 4610 4638 5224 5280 5288 5337 5381
5	29 1203 1444 1720 1836 2138 2902 3601 3642 4138 4269 4457 4965 5315
6	1138 2493 3852 4802
7	3050 5361 5396
8	278 399 4810
9	1200 3577 4904
10	1705 2811 3448
11	2180 4242 5336
12	4539 5069 5363
13	3318 3645 4427
14	2902 5134 5176
15	5123 5130 5229
16	47 4474 5356
17	2399 3981 5067
18	2377 2465 5080
19	2413 2471 5328
20	2502 4911 5329
21	4770 5139 5356
22	3263 2015 4867
23	648 2015 4867
24	311 2309 4063
25	1284 3246 3740
26	7 1080 3820

27	1261 2408 4608
28	3838 4076 4842
29	2294 4592 5254

Bảng 13

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	352 747 894 1437 1688 1807 1883 2119 2159 3321 3400 3543 3588 3770 3821 4384 4470 4884 5012 5036 5084 5101 5271 5281 5353
1	505 915 1156 1269 1518 1650 2153 2256 2344 2465 2509 2867 2875 3007 3254 3519 3687 4331 4439 4532 4940 5011 5076 5113 5367
2	268 346 650 919 1260 4389 4653 4721 4838 5054 5157 5162 5275 5362
3	220 236 828 1590 1792 3259 3647 4276 4281 4325 4963 4974 5003 5037
4	381 737 1099 1409 2364 2955 3228 3341 3473 3985 4257 4730 5173 5242
5	88 771 1640 1737 1803 2408 2575 2974 3167 3464 3780 4501 4901 5047
6	749 1502 2201 3189
7	2873 3245 3427
8	2158 2605 3165
9	1 3448 3606
10	10 3019 5221
11	371 2901 2923
12	9 3935 4683
13	1937 3502 3735
14	507 3128 4994
15	25 3854 4550
16	1178 4737 5366
17	2 223 5304
18	1146 5175 5197
19	1816 2313 3649
20	740 1951 3844
21	1320 3703 4791
22	1754 2905 405 8
23	7 917 5277
24	3048 3954 5396
25	4804 4824 5105
26	2812 3895 5226
27	0 5318 5358
28	1483 2324 4826
29	2266 4752 5387

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 11/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 14 dưới đây:

Bảng 14

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	108 297 703 742 1345 1443 1495 1628 1812 2341 2559 2669 2810 2877 3442 3690 3755 3904 4264
1	180 211 477 788 824 1090 1272 1578 1685 1948 2050 2195 2233 2546 2757 2946 3147 3299 3544
2	627 741 1135 1157 1226 1333 1378 1427 1454 1696 1757 1772 2099 2208 2592 3354 3580 4066 4242
3	9 795 959 989 1006 1032 1135 1209 1382 1484 1703 1855 1985 2043 2629 2845 3136 3450 3742
4	230 413 801 829 1108 1170 1291 1759 1793 1827 1976 2000 2423 2466 2917 3010 3600 3782 4143
5	56 142 236 381 1050 1141 1372 1627 1985 2247 2340 3023 3434 3519 3957 4013 4142 4164 4279
6	298 1211 2548 3643
7	73 1070 1614 1748
8	1439 2141 3614
9	284 1564 2629
10	607 2037 2753
11	1195 2037 2753
12	49 1198 2562
13	296 1145 3540
14	1516 2315 2382
15	154 722 4016
16	759 2375 3825
17	162 194 1749
18	2335 2422 2632
19	6 1172 2583
20	726 1325 1428
21	985 2708 2769
22	255 2801 3181
23	2979 3720 4090
24	208 1428 4094
25	199 3743 3757
26	1229 2059 4282
27	458 1100 1387
28	1199 2481 3284
29	1161 1467 4060
30	959 3014 4144
31	2666 3960 4125
32	2809 3834 4318

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 12/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 15 hoặc bảng 16 dưới đây:

Bảng 15

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	3 394 1014 1214 1361 1477 1534 1660 1856 2745 2987 2991 3124 3155
1	59 136 528 781 803 928 1293 1489 1944 2041 2200 2613 2690 2847
2	155 245 311 621 1114 1269 1281 1783 1995 2047 2672 2803 2885 3014
3	79 870 974 1326 1449 1531 2077 2317 2467 2627 2811 3083 3101 3132
4	4 582 660 902 1048 1482 1697 1744 1928 2628 2699 2728 3045 3104
5	175 395 429 1027 1061 1068 1154 1168 1175 2147 2359 2376 2613 2682
6	1388 2241 3118 3148
7	143 506 2067 3148
8	1594 2217 2705
9	398 988 2551
10	1149 2588 2654
11	678 2844 3115
12	1508 1547 1954
13	1199 1267 1710
14	2589 3163 3207
15	1 2583 2974
16	2766 2897 3166
17	929 1823 2742
18	1113 3007 3239
19	1753 2478 3127
20	0 509 1811
21	1672 2646 2984
22	965 1462 3230
23	3 1077 2917
24	1183 1316 1662
25	968 1593 3239
26	64 1996 2226
27	1442 2058 3181
28	513 973 1058
29	1263 3185 3229
30	681 1394 3017
31	419 2853 3217
32	3 2404 3175
33	2417 2792 2854
34	1879 2940 3235
35	647 1704 3060

Bảng 16

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	69 170 650 1107 1190 1250 1309 1486 1612 1625 2091 2416 2580 2673 2921 2995 3175 3234
1	299 652 680 732 1197 1394 1779 1848 1885 2206 2266 2286 2706 2795 3206 3229

2	107 133 351 640 805 1136 1175 1479 1817 2068 2139 2586 2809 2855 2862 2930
3	75 458 508 546 584 624 875 1948 2363 2471 2574 2715 3008 3052 3070 3166
4	07 897 1664 1981 2172 2268 2272 2364 2873 2902 3016 3020 3121 3203 3236
5	121 399 550 1157 1216 1326 1789 1838 1888 2160 2537 2745 2949 3001 3020 3152
6	1497 2022 2726 2871
7	872 2320 2504 3234
8	851 1684 3210 3217
9	1807 2918 3178
10	671 1203 2343
11	405 490 3212
12	1 1474 3285
13	527 1224 2139
14	3 1997 2072
15	833 2366 3183
16	385 1309 3196
17	1343 2691 3153
18	1815 2048 2394
19	812 2055 2926
20	166 826 2807
21	1 493 2961
22	2218 3032 3153
23	2099 2677 3216
24	1214 2677 3216
25	2292 2422 2835
26	574 2138 3053
27	576 1631 3142
28	354 1631 3142
29	3211 3228 3239
30	1335 2938 3184
31	729 995 1520
32	537 3115 3233
33	4 2631 3231
34	1130 2851 3030
35	1136 2728 3203

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã R bằng 13/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 17 dưới đây:

Bảng 17

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	37 144 161 199 220 496 510 589 731 808 834 965 1249 1264 1311 1377 1460 1520 1598 1707 1958 2055 2099 2154

1	20 27 165 462 546 583 742 796 1095 1110 1129 1145 1169 1190 1254 1363 1383 1463 1718 1835 1870 1879 2108 2128
2	288 362 463 505 638 691 745 861 1006 1083 1124 1175 1247 1275 1337 1353 1378 1506 1588 1632 1720 1868 1980 2135
3	405 464 478 511 566 574 641 766 785 802 836 996 1128 1239 1247 1449 1491 1537 1616 1643 1668 1950 1975 2149
4	86 192 245 357 363 374 700 713 852 903 992 1174 1245 1277 1342 1369 1381 1417 1463 1712 1900 1962 2053 2118
5	101 327 378 550
6	186 723 1318 1550
7	118 277 504 1835
8	199 407 1776 1965
9	387 1253 1328 1975
10	62 144 1163 2017
11	100 475 572 2136
12	431 865 1568 2055
13	283 1038 1903 2147
14	220 1038 1903 2147
15	483 1318 1358 2118
16	92 961 1709 1810
17	112 403 1485 2042
18	431 1110 1130 1365
19	587 1005 1206 1588
20	704 1113 1943
21	375 1487 2100
22	1507 1950 2110
23	962 1613 2038
24	554 1295 1501
25	488 784 1446
26	871 1935 1964
27	54 1475 1504
28	1579 1617 2074
29	1856 1967 2131
30	330 1582 2107
31	40 1056 1809
32	1310 1353 1410
33	232 554 1939
34	168 641 1099
35	333 437 1556
36	153 622 745
37	719 931 1188
38	237 638 1607

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 5/15, và

M bảng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 18 dưới đây:

Bảng 18

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	2949 5639 7367 8468 8922 9552 11216 12483 12692 13305 14026 15331 16463 17169 17210 18200 18744 19729 21099 21976 22751 23405 25903 27283 27785 28232 30140 31378 31517 32596 33276 34715 37150 38321 39030 41119 41822
1	497 1675 2751 6204 6502 8092 9462 10174 11130 13320 15232 16384 19154 19161 19289 22589 23437 25056 27490 29258 29606 30519 30950 32033 33244 34263 34664 35613 36427 37214 39265 39721 40604 41339 42048 42956 42993
2	81 2015 3625 3922 5312 5478 10562 12344 15258 17199 18144 18734 20426 20680 20892 23405 23775 26987 27051 27928 36620 38616 38999 39044 39113 40059 41349 41555 41862 42402 42498 42585 42675 42993 43024 43055 43096
3	60 83 4850 12379 13152 15708 18322 18837 19306 19707 20498 20515 21581 25442 26973 28529 31811 33646 33932 34951 36620 38616 38999 39044 39113 40059 41349 41555 41862 42402 42498 42585 42675 42993 43024 43055 43096
4	0 4117 4725 7284 8569 9958 12270 13621 15234 16376 16601 19689 21366 23666 23974 24076 24394 27950 30679 31287 35577 36892 38152 38720 38876 39185 39252 39340 39775 40987 41909 41943 42437 42961 42973 43031 43097
5	967 2629 3433 4645 4982 6055 9235 9343 12533 16491 21527 24963 25960 28150 28991 29257 30381 31084 31236 31335 32838 34483 35276 36410 37071 37122 37300 37462 39998 40146 40154 41508 41728 42263 42446 42610 42800
6	20 183 4422 4776 8224 8345 9567 10020 12621 15894 16523 17333 20169 20579 23118 24244 27052 27722 29664 30390 35672 35676 36997 37033 37413 37601 38892 39128 39289 40096 40772 41443 42048 42224 42467 42745 43011
7	84 106 3077 11179 14909 18393 18487 19607 22021 22690 22803 25095 26576 27221 27921 28711 29634 29800 35182 35277 35908 36592 37177 37183 37282 38588 40818 40959 41614 41645 41731 41848 42076 42133 42686 42960 43081
8	11 69 118 1909 9297 9815 11631 13409 14586 15614 16965 23438 23714 25346 26766 27507 28079 30062 31032 31645 32897 34419 37279 37875 38926 39755 41098 41630 41738 41745 41950 42210 42263 42404 42787 43073 43114
9	847 4197 18971 21073 21632 21804 28372 29779 31957
10	887 2607 17001 22858 32823 42335 42766 42963 43068
11	10043 11204 16616 34509 38254 39794 40346 40904 41837
12	3140 6150 19328 27432 29211 30253 34818 35467 41835
13	43 7561 25050 27629 27970 36235 39071 41760 42680
14	4457 11073 22262 25705 26101 27653 37929 40444 43140
15	9356 22954 24346 26334 29985 38991 39405 39467 42161
16	5208 6811 9103 9459 9821 17992 20176 23613 25909
17	8028 8500 18269 26693 34977 39987 41007 41908 43134
18	9949 18141 19765 28691 35617 41501 42181 42613 42795
19	7088 18754 22437 24859 25006 25260 25986 40105 42107
20	1103 13160 38346

21	10019 14598 19503
22	9430 10336 25320
23	16076 21513 43031
24	16559 17352 42859
25	762 9254 27313
26	3248 31582 40864
27	39929 41844 42505
28	16862 37978 42989
29	1163 27452 40918
30	29919 41247 42965
31	5613 17649 33421
32	31620 37112 41081
33	2444 9823 40886
34	18347 24355 29735
35	17445 20377 23490
36	12214 30796 42127
37	2806 10061 31670
38	18024 36307 42997
39	1786 10898 40868
40	91 12816 34474
41	14181 32766 42963
42	14002 20589 43180
43	4615 35058 43192
44	109 10827 40754
45	1782 7637 41511
46	39185 42681 42708
47	2790 37033 43108
48	2024 25595 35385
49	3205 35128 36500
50	653 12319 21362
51	158 6617 34314
52	320 42957 43092
53	37614 41770 43179
54	16081 22755 40856
55	18163 19831 21768
56	3375 29411 43010
57	17033 22596 42767
58	11786 19137 31011
59	52 9964 19729

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 6/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 19 dưới đây:

Bảng 19

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	1606 3402 4961 6751 7132 11516 12300 12482 12592 13342 13764 14123 21576 23946 24533 25376 25667 26836 31799 34173 35462 36153 36740 37085 37152 37468 37658
1	4621 5007 6910 8732 9757 11508 13099 15513 16335 18052 19512 21319 23663 25628 27208 31333 32219 33003 33239 33447 36200 36473 36938 37201 37283 37495 38642
2	16 1094 2020 3080 4194 5098 5631 6877 7889 8237 9804 10067 11017 11366 13136 13354 15379 18934 20199 24522 26172 28666 30386 32714 36390 37015 37162
3	700 897 1708 6017 6490 7372 7825 9546 10398 16605 18561 18745 21625 22137 23693 24340 24966 25015 26995 28586 28895 29687 33938 34520 34858 37056 38297
4	159 2010 2573 3617 4452 4958 5556 5832 6481 8227 9924 10836 14954 15594 16623 18065 19249 22394 22677 23408 23731 24076 24776 27007 28222 30343 38371
5	3118 3545 4768 4992 5227 6732 8170 9397 10522 11508 15536 20218 21921 28599 29445 29758 29968 31014 32027 33685 34378 35867 36323 36728 36870 38335 38623
6	1264 4254 6936 9165 9486 9950 10861 11653 13697 13961 15164 15665 18444 19470 20313 21189 24371 26431 26999 28086 28251 29261 31981 34015 35850 36129 37186
7	111 1307 1628 2041 2524 5358 7988 8191 10322 11905 12919 14127 15515 15711 17061 19024 21195 22902 23727 24401 24608 25111 25228 27338 35398 37794 38196
8	961 3035 7174 7948 13355 13607 14971 18189 18339 18665 18875 19142 20615 21136 21309 21758 23366 24745 25849 25962 27583 30006 31118 32106 36469 36583 37920
9	2990 3549 4273 4808 5707 6021 6509 7456 8240 10044 12262 12660 13085 14750 15680 16049 21587 23997 25803 28343 28693 34393 34860 35490 36021 37737 38296
10	955 4323 5145 6885 8123 9730 11840 12216 19194 20313 23056 24248 24830 25268 26617 26801 28557 29753 30745 31450 31973 32839 33025 33296 35710 37366 37509
11	264 605 4181 4483 5156 7238 8863 10939 11251 12964 16254 17511 20017 22395 22818 23261 23422 24064 26329 27723 28186 30434 31956 33971 34372 36764 38123
12	520 2562 2794 3528 3860 4402 5676 6963 8655 9018 9783 11933 16336 17193 17320 19035 20606 23579 23769 24123 24966 27866 32457 34011 34499 36620 37526
13	10106 10637 10906 34242
14	1856 15100 19378 21848
15	943 11191 27806 29411
16	4575 6359 13629 19383
17	4476 4953 18782 24313
18	5441 6381 21840 35943
19	9638 9763 12546 30120
20	9587 10626 11047 25700
21	4088 15298 28768 35047
22	2332 6363 8782 28863
23	4625 4933 28298 30289
24	3541 4918 18257 31746
25	1221 25233 26757 34892
26	8150 16677 27934 30021
27	8500 25016 33043 38070
28	7374 10207 16189 35811

29	611 18480 20064 38261
30	25416 27352 36089 38469
31	1667 17614 25839 32776
32	4118 12481 21912 37945
33	5573 13222 23619 31271
34	18271 26251 27182 30587
35	14690 26430 26799 34355
36	13688 16040 20716 34558
37	2740 14957 23436 32540
38	3491 14365 14681 36858
39	4796 6238 25203 27854
40	1731 12816 17344 26025
41	19182 21662 23742 27872
42	6502 13641 17509 34713
43	12246 12372 16746 27452
44	1589 21528 30621 34003
45	12328 20515 30651 31432
46	3415 22656 23427 36395
47	632 5209 25958 31085
48	619 3690 19648 37778
49	9528 13581 26965 36447
50	2147 26249 26968 28776
51	15698 18209 30683
52	1132 19888 34111
53	4608 25513 38874
54	475 1729 34100
55	7348 32277 38587
56	182 16473 33082
57	3865 9678 21265
58	4447 20151 27618
59	6335 14371 38711
60	704 9695 28858
61	4856 9757 30546
62	1993 19361 30732
63	756 28000 29138
64	3821 24076 31813
65	4611 12326 32291
66	7628 21515 34995
67	1246 13294 30068
68	6466 33233 35865
69	14484 23274 38150
70	21269 36411 37450
71	23129 26195 37653

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 7/15, và

M bảng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 20 hoặc bảng 21 dưới đây:

Bảng 20

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	13 127 927 930 1606 2348 3361 3704 5194 6327 7843 8081 8615 12199 13947 15317 15774 16289 16687 17122 20468 21057 21853 22414 23829 23885 25452 28072 28699 28947 30289 31672 32470
1	36 53 60 86 93 407 3975 4478 5884 6578 7599 7613 7696 9573 11010 11183 11233 13750 17182 17860 20181 23974 24195 25089 25787 25892 26121 30880 32989 33383 33626 34153 34520
2	27 875 2693 3435 3682 6195 6227 6711 7629 8005 9081 11052 11190 11443 14832 17431 17756 17998 18254 18632 22234 22880 23562 23647 27092 29035 29620 30336 33492 33906 33960 34337 34474
3	10 722 1241 3558 5490 5508 6420 7128 12386 12847 12942 15305 15592 16799 18033 19134 20713 20870 21589 26380 27538 27577 27971 29744 32344 32347 32673 32892 33018 33674 33811 34253 34511
4	6 24 72 2552 3171 5179 11519 12484 13096 13282 15226 18193 19995 25166 25303 25693 26821 29193 30666 31952 33137 33187 33190 33319 33653 33950 34062 34255 34292 34365 34433 34443 34527
5	1 12 26 29 85 1532 3870 6763 7533 7630 8022 8857 11667 11919 14987 16133 20999 21830 23522 24160 27671 28451 30618 31556 31894 33436 33543 34146 34197 34313 34437 34480 34550
6	13 44 2482 5068 8153 13233 13728 14548 17278 20027 21273 22112 22376 24799 29175
7	26 50 8325 8891 12816 15672 15933 24049 30372 31245 33194 33238 33934 34093 34547
8	1412 6334 7945 8866 10886 14521 17224 23693 25160 29267 31337 31893 32346 33195 33687
9	27 47 14505 14786 18416 19963 23250 23475 27275 27921 28090 33985 34371 34374 34512
10	16 31 4924 7028 10240 12380 13479 16405 20197 27989 28084 32440 33996 34090 34435
11	17 57 95 6786 7427 7548 10452 13714 25632 30647 33054 34195 34237 34304 34447
12	4 62 331 10220 10518 10575 18401 19286 28718 30521 30968 31329 31848 32614 34343
13	42 79 4682 4747 7335 11487 17405 18089 19470 22457 33433 34373 34471 34519 34540
14	27 65 4911 10752 14803 24122 24531 25322 29130 30081 31280 32050 32693 34435 34508
15	24 29 2107 2152 5271 11032 14001 14902 21705 23126 31276 33946 34372 34380 34469
16	16 62 72 7470 14839 15299 15894 17716 18068 24959 25024 33343 34186 34398 34429
17	37 56 70 2089 10016 11316 14652 15665 17202 19804 19847 30498 33938 34126 34391
18	68 963 2099 9596 17606 19249 21839 27437 29901 30714 33060 33456 34347 34498 34527
19	6 69 1845 2504 7189 8603 10379 11421 13742 15757 16857 20642 28039 32833 34270
20	2235 15032 31823
21	4737 33978 34504
22	2 20263 30373
23	923 18929 25743
24	4587 22945 28380
25	22094 26147 34544
26	5177 20758 26476
27	8938 17291 27352

28	5286 24717 29331
29	71 16442 32683
30	81 22810 28015
31	14112 14419 29708
32	4156 7522 23358
33	12850 20777 28294
34	14692 31178 34238
35	3447 12356 21997
36	6098 15443 33447
37	5947 11648 21719
38	72 8695 18421
39	2173 18978 27232
40	13656 18222 19869
41	49 24684 33849
42	84 13870 18354
43	54 10089 10516
44	8035 18741 23775
45	7553 13539 25652
46	9116 26724 27525
47	22960 24382 26185
48	17384 24749 26726
49	12197 18965 32473
50	95 23126 26909
51	19327 31338 34320
52	9843 34130 34381
53	4031 9940 22329
54	58 31795 34468
55	103 17411 25220
56	26 4338 24625
57	9758 34395 34531
58	2186 17077 27646
59	9156 19462 34059
60	6 59 29352
61	16316 29453 34128
62	16244 32865 34517
63	918 22159 29265
64	13612 19465 20671
65	1 8261 8849
66	11214 28864 32696
67	11513 27595 34479
68	11895 21430 34524
69	82 5535 10552
70	66 15799 26966
71	20555 21816 32855
72	3772 27923 33492

73	12837 15856 21575
74	2 16865 34413
75	2682 2702 21630
76	10 22173 34016
77	9740 23216 33800
78	61 33792 33839
79	3961 29314 33446
80	11337 16620 20008
81	18461 25285 34267
82	46 117 8394
83	12291 25671 34505

Bảng 21

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	7 15 26 69 1439 3712 5756 5792 5911 8456 10579 19462 19782 21709 23214 25142 26040 30206 30475 31211 31427 32105 32989 33082 33502 34116 34241 34288 34292 34318 34373 34390 34465
1	83 1159 2271 6500 6807 7823 10344 10700 13367 14162 14242 14352 15015 17301 18952 20811 24974 25795 27868 28081 33077 33204 33262 33350 33516 33677 33680 33930 34090 34250 34290 34377 34398
2	25 2281 2995 3321 6006 7482 8428 11489 11601 14011 17409 26210 29945 30675 31101 31355 31421 31543 31697 32056 32216 33282 33453 33487 33696 34044 34107 34213 34247 34261 34276 34467 34495
3	0 43 87 2530 4485 4595 9951 11212 12270 12344 15566 21335 24699 26580 28518 28564 28812 29821 30418 31467 31871 32513 32597 33187 33402 33706 33838 33932 33977 34084 34283 34440 34473
4	81 3344 5540 7711 13308 15400 15885 18265 18632 22209 23657 27736 29158 29701 29845 30409 30654 30855 31420 31604 32519 32901 33267 33444 33525 33712 33878 34031 34172 34432 34496 34502 34541
5	42 50 66 2501 4706 6715 6970 8637 9999 14555 22776 26479 27442 27984 28534 29587 31309 31783 31907 31927 31934 32313 32369 32830 33364 33434 33553 33654 33725 33889 33962 34467 34482
6	6534 7122 8723 13137 13183 15818 18307 19324 20017 26389 29326 31464 32678 33668 34217
7	50 113 2119 5038 5581 6397 6550 10987 22308 25141 25943 29299 30186 33240 33399
8	7262 8787 9246 10032 10505 13090 14587 14790 16374 19946 21129 25726 31033 33660 33675
9	5004 5087 5291 7949 9477 11845 12698 14585 15239 17486 18100 18259 21409 21789 24280
10	28 82 3939 5007 6682 10312 12485 14384 21570 25512 26612 26854 30371 31114 32689
11	437 3055 9100 9517 12369 19030 19950 21328 24196 24236 25928 28458 30013 32181 33560
12	18 3590 4832 7053 8919 21149 24256 26543 27266 30747 31839 32671 33089 33571 34296
13	2678 4569 4667 6551 7639 10057 24276 24563 25818 26592 27879 28028 29444 29873 34017
14	72 77 2874 9092 10041 13669 20676 20778 25566 28470 28888 30338 31772 32143 33939
15	296 2196 7309 11901 14025 15733 16768 23587 25489 30936 31533 33749 34331 34431 34507
16	6 8144 12490 13275 14140 18706 20251 20644 21441 21938 23703 34190 34444 34463 34495
17	5108 14499 15734 19222 24695 25667 28359 28432 30411 30720 34161 34386 34465 34511

	34522
18	61 893042 5524 12128 22505 22700 22919 24454 30526 33437 34114 34188 34490 34502
19	11 83 4668 4856 6361 11633 15342 16393 16958 26613 29136 30917 32559 34346 34504
20	3185 9728 25062
21	1643 5531 21573
22	2285 6088 24083
23	78 14678 19119
24	49 13705 33535
25	21192 32280 32781
26	10753 21469 22084
27	10082 11950 13889
28	7861 25107 29167
29	14051 34171 34430
30	706 894 8316
31	29693 30445 32281
32	10202 30964 34448
33	15815 32453 34463
34	4102 21608 24740
35	4472 29399 31435
36	1162 7118 23226
37	4791 33548 34096
38	1084 34099 34418
39	1765 20745 33714
40	1302 21300 33655
41	33 8736 16646
42	53 18671 19089
43	21 572 2028
44	3339 11506 16745
45	285 6111 12643
46	27 10336 11586
47	21046 32728 34538
48	22215 24195 34026
49	19975 26938 29374
50	16473 26777 34212
51	20 29260 32784
52	35 31645 32837
53	26132 34410 34495
54	12446 20649 26851
55	6796 10992 31061
56	0 46 8420
57	10 636 22885
58	7183 16342 18305
59	1 5604 28258
60	6071 18675 34489
61	16786 25023 33323

62	3573 5081 10925
63	5067 31761 34415
64	3735 33534 34522
65	85 32829 34518
66	6555 23368 34559
67	22083 29335 29390
68	6738 21110 34316
69	120 4192 11123
70	3313 4144 20824
71	27783 28550 31034
72	6597 8164 34427
73	18009 23474 32460
74	94 6342 12656
75	17 31962 34535
76	15091 24955 28545
77	15 3213 28298
78	26562 30236 34537
79	16832 20334 24628
80	4841 20669 26509
81	18055 23700 34534
82	23576 31496 34492
83	10699 13826 34440

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 8/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 22 dưới đây:

Bảng 22

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	2768 3039 4059 5856 6245 7013 8157 9341 9802 10470 11521 12083 16610 18361 20321 24601 27420 28206 29788
1	2739 8244 8891 9157 12624 12973 15534 16622 16919 18402 18780 19854 20220 20543 22306 25540 27478 27678 28053
2	1727 2268 6246 7815 9010 9556 10134 10472 11389 14599 15719 16204 17342 17666 18850 22058 25579 25860 29207
3	28 1346 3721 5565 7019 9240 12355 13109 14800 16040 16839 17369 17631 19357 19473 19891 20381 23911 29683
4	869 2450 4386 5316 6160 7107 10362 11132 11271 13149 16397 16532 17113 19894 22043 22784 27383 28615 28804
5	508 4292 5831 8559 10044 10412 11283 14810 15888 17243 17538 19903 20528 22090 22652 27235 27384 28208 28485
6	389 2248 5840 6043 7000 9054 11075 11760 12217 12565 13587 15403 19422 19528 21493 25142 27777 28566 28702

7	1015 2002 5764 6777 9346 9629 11039 11153 12690 13068 13990 16841 17702 20021 24106 26300 29332 30081 30196
8	1480 3084 3467 4401 4798 5187 7851 11368 12323 14325 14546 16360 17158 18010 21333 25612 26556 26906 27005
9	6925 8876 12392 14529 15253 15437 19226 19950 20321 23021 23651 24393 24653 26668 27205 28269 28529 29041 29292
10	2547 3404 3538 4666 5126 5468 7695 8799 14732 15072 15881 17410 18971 19609 19717 22150 24941 27908 29018
11	888 1581 2311 5511 7218 9107 10454 12252 13662 15714 15894 17025 18671 24304 25316 25556 28489 28977 29212
12	1047 1494 1718 4645 5030 6811 7868 8146 10611 15767 17682 18391 22614 23021 23763 25478 26491 29088 29757
13	59 1781 1900 3814 4121 8044 8906 9175 11156 14841 15789 16033 16755 17292 18550 19310 22505 29567 29850
14	1952 3057 4399 9476 10171 10769 11335 11569 15002 19501 20621 22642 23452 24360 25109 25290 25828 28505 29122
15	2895 3070 3437 4764 4905 6670 9244 11845 13352 13573 13975 14600 15871 17996 19672 20079 20579 25327 27958
16	612 1528 2004 4244 4599 4926 5843 7684 10122 10443 12267 14368 18413 19058 22985 24257 26202 26596 27899
17	1361 2195 4146 6708 7158 7538 9138 9998 14862 15359 16076 18925 21401 21573 22503 24146 24247 27778 29312
18	5229 6235 7134 7655 9139 13527 15408 16058 16705 18320 19909 20901 22238 22437 23654 25131 27550 28247 29903
19	697 2035 4887 5275 6909 9166 11805 15338 16381 18403 20425 20688 21547 24590 25171 26726 28348 29224 29412
20	5379 17329 22659 23062
21	11814 14759 22329 22936
22	2423 2811 10296 12727
23	8460 15260 16769 17290
24	14191 14608 29536 30187
25	7103 10069 20111 22850
26	4285 15413 26448 29069
27	548 2137 9189 10928
28	4581 7077 23382 23949
29	3942 17248 19486 27922
30	8668 10230 16922 26678
31	6158 9980 13788 28198
32	12422 16076 24206 29887
33	8778 10649 18747 22111
34	21029 22677 27150 28980
35	7918 15423 27672 27803
36	5927 18086 23525
37	3397 15058 30224
38	24016 25880 26268

39	1096 4775 7912
40	3259 17301 20802
41	129 8396 15132
42	17825 28119 28676
43	2343 8382 28840
44	3907 18374 20939
45	1132 1290 8786
46	1481 4710 28846
47	2185 3705 26834
48	5496 15681 21854
49	12697 13407 22178
50	12788 21227 22894
51	629 2854 6232
52	2289 18227 27458
53	7593 21935 23001
54	3836 7081 12282
55	7925 18440 23135
56	497 6342 9717
57	11199 22046 30067
58	12572 28045 28990
59	1240 2023 10933
60	19566 20629 25186
61	6442 13303 28813
62	4765 10572 16180
63	552 19301 24286
64	6782 18480 21383
65	11267 12288 15758
66	771 5652 15531
67	16131 20047 25649
68	13227 23035 24450
69	4839 13467 27488
70	2352 4677 22993
71	2504 28116 29524
72	12518 17374 24267
73	1222 11859 27922
74	9660 17286 18261
75	232 11296 29978
76	9750 11165 16295
77	4894 9505 23622
78	10861 11980 14110
79	2128 15883 22836
80	6274 17243 21989
81	10866 13202 22517
82	11159 16111 21608
83	3719 18787 22100

84	1756 2020 23901
85	20913 29473 30103
86	2729 15091 26976
87	4410 8217 12963
88	5395 24564 28235
89	3859 17909 23051
90	5733 26005 29797
91	1935 3492 29773
92	11903 21380 29914
93	6091 10469 29997
94	2895 8930 15594
95	1827 10028 20070

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 9/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 23 dưới đây:

Bảng 23

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	113 1557 3316 5680 6241 10407 13404 13947 14040 14353 15522 15698 16079 17363 19374 19543 20530 22833 24339
1	271 1361 6236 7006 7307 7333 12768 15441 15568 17923 18341 20321 21502 22023 23938 25351 25590 25876 25910
2	73 605 872 4008 6279 7653 10346 10799 12482 12935 13604 15909 16526 19782 20506 22804 23629 24859 25600
3	1445 1690 4304 4851 8919 9176 9252 13783 16076 16675 17274 18806 18882 20819 21958 22451 23869 23999 24177
4	1290 2337 5661 6371 8996 10102 10941 11360 12242 14918 16808 20571 23374 24046 25045 25060 25662 25783 25913
5	28 42 1926 3421 3503 8558 9453 10168 15820 17473 19571 19685 22790 23336 23367 23890 24061 25657 25680
6	0 1709 4041 4932 5968 7123 8430 9564 10596 11026 14761 19484 20762 20858 23803 24016 24795 25853 25863
7	29 1625 6500 6609 16831 18517 18568 18738 19387 20159 20544 21603 21941 24137 24269 24416 24803 25154 25395
8	55 66 871 3700 11426 13221 15001 16367 17601 18380 22796 23488 23938 25476 25635 25678 25807 25857 25872
9	1 19 5958 8548 8860 11489 16845 18450 18469 19496 20190 23173 25262 25566 25668 25679 25858 25888 25915
10	7520 7690 8855 9183 14654 16695 17121 17854 18083 18428 19633 20470 20736 21720 22335 23273 25083 258293 25403
11	48 58 410 1299 3786 10668 18523 18963 20864 22106 22308 23033 23107 23128 23990 24286 24409 24595 25802
12	12 51 3894 6539 8276 10885 11644 12777 13427 14039 15954 17078 19053 20537 22863 24521

	25087 25463 25838
13	3509 8748 9581 11509 15884 16230 17583 19264 20900 21001 21310 22547 22756 22959 24768 24814 25594 25626 25880
14	21 29 69 1448 2386 4601 6626 6667 10242 13141 13852 14137 18640 19951 22449 23454 24431 25512 25814
15	18 53 7890 9934 10063 16728 19040 19809 20825 21522 21800 23582 24556 25031 25547 255692 25733 25789 25906
16	4096 4582 5766 5894 6517 100127 1282 13247 15207 17041 18958 20133 20503 22228 24332 24613 25689 25855 25883
17	0 25 819 5539 7076 7536 7695 9532 13668 150581 17683 19665 20253 21996 24136 24890 25758 25784 25807
18	34 40 44 4215 6076 7427 7965 8777 11017 15593 19542 22202 22973 23397 23423 24418 24873 25107 25644
19	1595 6216 22850 25439
20	1562 15172 19517 22362
21	7508 12879 24324 24496
22	6298 15819 16757 18721
23	11173 15175 19966 21195
24	59 13505 16941 23793
25	2267 4830 12023 20587
26	8827 9278 13072 16664
27	14419 17463 23398 25348
28	6112 16534 20423 22698
29	493 8914 21103 24799
30	6896 12761 13206 25873
31	2 1380 12322 21701
32	11600 21306 25753 25790
33	8421 13076 14271 15401
34	9630 14112 19017 20955
35	212 13932 21781 25824
36	5961 9110 16654 19636
37	58 5434 9936 12770
38	6575 11433 19798
39	2731 7338 20926
40	14253 18463 25404
41	21791 24805 25869
42	2 11646 15850
43	6075 8586 23819
44	18435 22093 24852
45	2103 2368 11704
46	10925 17402 18232
47	9062 25061 25674
48	18497 20853 23404
49	18606 19364 19551
50	7 1022 25543

51	6744 15481 25868
52	9081 17305 25164
53	8 23701 25883
54	9680 19955 22848
55	56 4564 19121
56	5595 15086 25892
57	3174 17127 23183
58	19397 19817 20275
59	12561 24571 25825
60	7111 9889 25865
61	1914 20189 21851
62	549 9686 25548
63	6586 20325 25906
64	3224 20710 21637
65	641 15215 25754
66	13484 23729 25818
67	2043 7493 24246
68	16860 25230 25768
69	22047 24200 247902
70	9391 18040 19499
71	7855 24336 25069
72	23834 25570 25852
73	1977 8800 25756
74	6671 21772 25859
75	3279 6710 24444
76	24099 25117 25820
77	5553 12306 25915
78	48 11107 23907
79	10832 11974 25773
80	2223 17905 25484
81	16782 17135 20446
82	475 2861 3457
83	16218 22449 24362
84	11716 22200 25897
85	8315 15009 22633
86	13 20480 25852
87	12352 18658 25687
88	3681 14794 23703
89	30 24531 25846
90	4103 22077 24107
91	23837 25622 25812
92	3627 13387 25839
93	908 5367 19388
94	0 6894 25795
95	20322 23546 25181

96	8178 25260 25437
97	2449 13244 22565
98	31 18928 22741
99	1312 5134 14838
100	6085 13937 24220
101	66 14633 25670
102	47 22512 25472
103	8867 24704 25279
104	6742 21623 22745
105	147 9948 24178
106	8522 24261 24307
107	19202 22406 24609

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 10/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 24 hoặc bảng 25 dưới đây:

Bảng 24

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	979 1423 4166 469 6341 8258 10334 10548 14098 14514 17051 17333 17653 17830 7990
1	2559 4025 6344 6510 9167 9728 11312 14856 17104 17721 18600 18791 19079 19697 19840
2	3243 6894 7950 10539 12042 13233 13938 14752 16449 16727 17025 18297 18796 19400 21577
3	3272 3574 6341 6722 9191 10807 10957 12531 14036 15580 16651 17007 17309 19415 19845
4	155 4598 10201 10975 11086 11296 12713 15364 15978 16395 17542 18164 18451 18612 20617
5	1128 1999 3926 4069 5558 6085 6337 8386 10693 12450 15438 16223 16370 17308 18634
6	2408 2929 3630 4357 5852 7329 8536 8695 10603 11003 14304 14937 15767 18402 21502
7	199 3066 6446 6849 8973 9536 10452 12857 13675 15913 16717 17654 19802 20115 21579
8	312 870 2095 2586 5517 6196 6757 7311 7368 13046 15384 18576 20349 21424 21587
9	985 1591 3248 3509 3706 3847 6174 6276 7864 9033 13618 15675 16446 18355 18843
10	975 3774 4083 5825 6166 7218 7633 9657 10103 13052 14240 17320 18126 19544 20208
11	1795 2005 2544 3418 6148 8051 9066 9725 10676 10752 11512 15171 17523 20481 21059
12	167 315 1824 2325 2640 2868 6070 6597 7016 8109 9815 11608 16142 17912 19625
13	1298 1896 3039 4303 4690 8787 12241 13600 14478 15492 16602 17115 17913 19466 20597
14	568 3695 6045 6624 8131 8404 8590 9059 9246 11570 14336 18657 18941 19218 21506
15	228 1889 1967 2299 3011 5074 7044 7596 7689 9534 10244 10697 11691 17902 21410
16	1330 1579 1739 2234 3701 3865 5713 6677 7263 11172 12143 12765 17121 20011 21436
17	303 1668 2501 4925 5778 5985 9635 10140 10820 11779 11849 12058 15650 20426 20527
18	698 2484 3071 3219 4054 4125 5663 5939 6928 7086 8054 12173 16280 17945 19302
19	232 1619 3040 4901 7438 8135 9117 9233 10131 13321 17347 17436 18193 18586 19929
20	12 3721 6254 6609 7880 8139 10437 12262 13928 14065 14149 15032 15694 16264 18883
21	482 915 1548 1637 6687 9338 10163 11768 11970 15524 15695 17386 18787 19210 19340
22	1291 2500 4109 4511 5099 5194 10014 13165 13256 13972 15409 16113 16214 18584 20998
23	1761 4778 7444 7740 8129 8341 8931 9136 9207 10003 10678 13959 17673 18194 20990

24	3060 3522 5361 5692 6833 8342 8792 11023 11211 11548 11914 13987 15442 15541 19707
25	1322 2348 2970 5632 6349 7577 8782 9113 9267 9376 12042 12943 16680 16970 21321
26	6785 11960 21455
27	1223 15672 19550
28	5976 11335 20385
29	2818 9387 15317
30	2763 3554 18102
31	5230 11489 18997
32	5809 15779 20674
33	2620 17838 18533
34	3025 9342 9931
35	3728 5337 12142
36	2520 6666 9164
37	12892 15307 20912
38	10736 12393 16539
39	1075 2407 12853
40	4921 5411 18206
41	5955 15647 16838
42	6384 10336 19266
43	429 10421 17266
44	4880 10431 12208
45	2910 11895 12442
46	7366 18362 18772
47	4341 7903 14994
48	4564 6714 7378
49	4639 8652 18871
50	15787 18048 20246
51	3241 11079 13640
52	1559 2936 15881
53	2737 6349 10881
54	10394 16107 17073
55	8207 9043 12874
56	7805 16058 17905
57	11189 15767 17764
58	5823 12923 14316
59	11080 20390 20924
60	568 8263 17411
61	1845 3557 6562
62	2890 10936 14756
63	9031 14220 21517
64	3529 12955 15902
65	413 6750 8735
66	6784 12092 16421
67	12019 13794 15308
68	12588 15378 17676

69	8067 14589 19304
70	1244 5877 6085
71	15897 19349 19993
72	1426 2394 12264
73	3456 8931 12075
74	13342 15273 20351
75	9138 13352 20798
76	7031 7626 14081
77	4280 4507 15617
78	4170 10569 14335
79	3839 7514 16578
80	4688 12815 18782
81	4861 7858 9435
82	605 5445 12912
83	2280 4734 7311
84	6668 8128 12638
85	3733 10621 19534
86	13933 18316 19341
87	1786 3037 21566
88	2202 13239 16432
89	4882 5808 9300
90	4580 8484 16754
91	14630 17502 18269
92	6889 11119 12447
93	8162 9078 16330
94	6538 17851 18100
95	17763 19793 20816
96	2183 11907 17567
97	6640 14428 15175
98	877 12035 14081
99	1336 6468 12328
100	5948 9146 12003
101	3782 5699 12445
102	1770 7946 8244
103	7384 12639 14989
104	1469 11586 20959
105	7943 10450 15907
106	5005 8153 10035
107	17750 18826 21513
108	4725 8041 10112
109	3837 16266 17376
110	11340 17361 17512
111	1269 4611 4774
112	2322 10813 16157
113	16752 16843 18959

114	70 4325 18753
115	3165 8153 15384
116	160 8045 16823
117	14112 16724 16792
118	4291 7667 18176
119	5943 19879 20721

Bảng 25

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	316 1271 3692 9495 12147 12849 14928 16671 16938 17864 19108 20502 21097 21115
1	2341 2559 2643 2816 2865 5137 5331 7000 7523 8023 10439 10797 13208 15041
2	5556 6858 7677 10162 10207 11349 12321 12398 14787 15743 15859 15952 19313 20879
3	349 573 910 2702 3654 6214 9246 9353 10638 11772 14447 14953 16620 19888
4	204 1390 2887 3855 6230 6533 7443 7876 9299 10291 10896 13960 18287 20086
5	541 2429 2838 7144 8523 8637 10490 10585 11074 12074 15762 16812 17900 18548
6	733 1659 3838 5323 5805 7882 9429 10682 13697 16909 18846 19587 19592 20904
7	1134 2136 4631 4653 4718 5197 10410 11666 14996 15305 16048 17417 18960 20303
8	734 1001 1283 4959 10016 10176 10973 11579 12051 15550 15915 19022 19430 20121
9	745 4057 5855 9885 10594 10989 13156 13219 13351 13631 13685 14577 17713 20386
10	968 1446 2130 2502 3092 3787 5323 8104 8418 9998 11681 13972 17747 17929
11	3020 3857 5275 5786 6319 8608 11943 14062 17144 17752 18001 18453 19311 21414
12	709 747 1038 2181 5320 8292 10584 10859 13964 15009 15277 16953 20675 21509
13	1663 3247 5003 5760 7186 7360 10346 14211 14717 14792 15155 16128 17355 17970
14	516 578 1914 6147 9419 11148 11434 13289 13325 13332 19106 19257 20962 21556
15	5009 5632 6531 9430 9886 10621 11765 13969 16178 16413 18110 18249 20616 20759
16	457 2686 3318 4608 5620 5858 6480 7430 9602 12691 14664 18777 20152 20848
17	33 2877 5334 6851 7907 8654 10688 15401 16123 17942 17969 18747 18931 20224
18	87 897 7636 8663 11425 12288 12672 14199 16435 17615 17950 18953 19667 20281
19	1042 1832 2545 2719 2947 3672 3700 6249 6398 6833 11114 14283 17694 20477
20	326 488 2662 2880 3009 5357 6587 8882 11604 14374 18781 19051 19057 20508
21	854 1294 2436 2852 4903 6466 7761 9072 9564 10321 13638 15658 16946 19119
22	194 899 1711 2408 2786 5391 7108 8079 8716 11453 17303 19484 20989 21389
23	1631 3121 3994 5005 7810 8850 10315 10589 13407 17162 18624 18758 19311 20301
24	736 2424 4792 5600 6370 10061 16053 16775 18600
25	1254 8163 8876 9157 12141 14587 16545 17175 18191
26	388 6641 8974 10607 10716 14477 16825 17191 18400
27	5578 6082 6824 736 7745 8655 11402 11665 12428
28	3603 8729 13463 14698 15210 19112 19550 20727 21052
29	48 1732 3805 5158 15442 16909 19854 21071 21579
30	11707 14014 21531
31	1542 4133 4925
32	10083 13505 21198
33	14300 15765 16752
34	778 1237 11215

35	1325 3199 14534
36	2007 14510 2599
37	1996 5881 16429
38	5111 15018 15980
39	4989 10681 12810
40	3763 10715 16515
41	2259 10080 15642
42	9032 11319 21305
43	3915 15213 20884
44	11150 15022 20201
45	1147 6749 19625
46	12139 12939 18870
47	3840 4634 10244
48	1018 10231 17720
49	2708 13056 13393
50	5781 11588 18888
51	1345 2036 5252
52	5908 8143 15141
53	1804 13693 18640
54	10433 13965 16950
55	9568 10122 15945
56	547 6722 14015
57	321 12844 14095
58	2632 10513 14936
59	6369 11995 20321
60	9920 19136 21529
61	1990 2726 10183
62	5763 12118 15467
63	503 10006 19564
64	9839 11942 194752
65	11205 13552 15389
66	8841 13797 19697
67	124 6053 18224
68	6477 14406 21146
69	1224 8027 16011
70	3046 4422 17717
71	739 12308 17760
72	4014 4130 7835
73	2266 5652 11931
74	2711 7970 18317
75	2196 15229 17217
76	8636 13302 16764
77	5612 15010 16657
78	615 1249 43 69
79	3821 12073 18506

80	1066 16522 21536
81	11307 18363 19740
82	3240 8560 10391
83	3124 11424 20779
84	1604 8861 17394
85	2083 7400 8093
86	3218 7454 9155
87	9855 15998 20533
88	316 2850 20652
89	5583 9768 10333
90	7147 7713 18339
91	12607 17428 21418
92	14216 16954 18164
93	8477 15970 18488
94	1632 8032 9751
95	4573 9080 13507
96	11747 12441 13876
97	1183 15605 16675
98	4408 10264 17109
99	5495 7882 12150
100	1010 3763 5065
101	9828 18054 21599
102	6342 7353 15358
103	6362 9462 19999
104	7184 13693 17622
105	4343 4654 10995
106	7099 8466 18520
107	11505 14395 15138
108	6779 16691 18726
109	7146 12644 20196
110	5865 16728 19634
111	4657 8714 21246
112	4580 5279 18750
113	3767 6620 18905
114	9209 13093 17575
115	12486 15875 19791
116	8046 14636 17491
117	2120 4643 13206
118	6186 9675 12601
119	784 5770 21585

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã R bằng 12/15, và M bằng 360, thì chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được thể hiện trong bảng 26 dưới đây:

Bảng 26

i	Chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i
0	584 1472 1621 1867 3338 3568 3723 4185 5126 5889 7737 8632 8940 9725
1	221 445 590 3779 3835 6939 7743 8280 8448 8491 9367 10042 11242 12917
2	4662 4837 4900 5029 6449 6687 6751 8684 9936 11681 11811 11886 12089 12909
3	2418 3018 3647 4210 4473 7447 7502 9490 10067 11092 11139 11256 12201 12383
4	2591 2947 3349 3406 4417 4519 5176 6672 8498 8863 9201 11294 11376 12184
5	27 101 197 290 871 1727 3911 5411 6676 8701 9350 10310 10798 12439
6	1765 1897 2923 3584 3901 4048 6963 7054 7132 9165 10184 10824 11278 12669
7	2183 3740 4808 5217 5660 6375 6787 8219 8466 9037 10353 10583 11118 12762
8	73 1594 2146 2715 3501 3572 3639 3725 6959 7187 8406 10120 10507 10691
9	240 732 1215 2185 2788 2830 3499 3881 4197 4991 6425 7061 9756 10491
10	831 1568 1828 3424 4319 4516 4639 6018 9702 10203 10417 11240 11518 12458
11	2024 2970 3048 3638 3676 4152 5284 5779 5926 9426 9945 10873 11787 11837
12	1049 1218 1651 2328 3493 4363 5750 6483 7613 8782 9738 983 11744 11937
13	1193 2060 2289 2964 3478 4592 4756 6709 7162 8231 8326 11140 11908 12243
14	978 2120 2439 3338 3850 4589 6567 8745 9656 9708 10161 10542 10711 12639
15	2403 2938 3117 3247 3711 5593 5844 5932 7801 10152 10226 11498 12162 12941
16	1781 2229 2276 2533 3582 3951 5279 5774 793 9824 10920 11038 12340 12440
17	289 384 1980 2230 3464 3873 5958 8656 8942 9006 10175 11425 11745 12530
18	155 354 1090 1330 2002 2236 3559 3705 4922 5958 6576 8564 9972 12760
19	303 876 2059 2142 5244 5330 6644 7576 8614 9598 10410 10718 11033 12957
20	3449 3617 4408 4602 4727 6182 8835 8928 9372 9644 10237 10747 11655 12747
21	811 2565 2820 8677 8974 9632 11069 11548 11839 12107 12411 12695 12812 12890
22	972 4123 4943 6385 6449 7339 7477 8379 9177 9359 10074 11709 12552 12831
23	842 973 1541 2262 2905 5276 6758 7099 7894 8128 8325 8663 8875 10050
24	474 791 968 3902 4924 4965 5085 5908 6109 6329 7931 9038 9401 10568
25	1397 4461 4658 5911 6037 7127 7318 8678 8924 9000 9473 9602 10446 12692
26	1334 7571 12881
27	1393 1447 7972
28	633 1257 10597
29	4843 5102 11056
30	3294 8015 10513
31	1108 10374 10546
32	5353 7824 10111
33	3398 7674 8569
34	7719 9478 10503
35	2997 9418 9581
36	5777 6519 11229
37	1966 5214 9899
38	6 4088 5827
39	836 9248 9612
40	483 7229 7548
41	7865 8289 9804

42	2915 11098 11900
43	6180 7096 9481
44	1431 6786 8924
45	748 6757 8625
46	3312 4475 7204
47	1852 8958 11020
48	1915 2903 4006
49	6776 10886 12531
50	2594 9998 12742
51	159 2002 12079
52	853 3281 3762
53	5201 5798 6413
54	3882 6062 12047
55	4133 6775 9657
56	228 6874 11183
57	7433 10728 10864
58	7735 8073 12734
59	2844 4621 11779
60	3909 7103 12804
61	6002 9704 11060
62	5864 6856 7681
63	3652 5869 7605
64	2546 2657 4461
65	2423 4203 9111
66	244 1855 4691
67	1106 2178 6371
68	391 1617 10126
69	250 9259 10603
70	3435 4614 6924
71	1742 8045 9529
72	7667 8875 11451
73	4023 6108 6911
74	8621 10184 11650
75	6726 10861 12348
76	3228 6302 7388
77	1 1137 5358
78	381 2424 8537
79	3256 7508 10044
80	1980 2219 4569
81	2468 5699 10319
82	2803 3314 12808
83	8578 9642 11533
84	829 4585 7923
85	59 329 5575
86	1067 5709 6867

87	1175 4744 12219
88	109 2518 6756
89	2105 10626 11153
90	5192 10696 10749
91	6260 7641 8233
92	2998 3094 11214
93	3398 6466 11494
94	6574 10448 12160
95	2734 10755 12780
96	1028 7958 10825
97	8545 8602 10793
98	392 3398 11417
99	6639 9291 12571
100	1067 7919 8934
101	1064 2848 12753
102	6076 8656 12690
103	5504 6193 10171
104	1951 7156 7356
105	4389 4780 7889
106	526 4804 9141
107	1238 3648 10464
108	2587 5624 12557
109	5560 5903 11963
110	1134 2570 3297
111	10041 11583 12157
112	1263 9585 12912
113	3744 7898 10646
114	45 9074 10315
115	1051 6188 10038
116	2242 8394 12712
117	3598 9025 12651
118	2295 3540 5610
119	1914 4378 12423
120	1766 3635 12759
121	5177 9586 11143
122	943 3590 11649
123	4864 6905 10454
124	5852 6042 10421
125	6095 8285 12349
126	2070 7171 8563
127	718 12234 12716
128	512 10667 11353
129	3629 6485 7040
130	2880 8865 11466
131	4490 10220 11796

132	5440 8819 9103
133	5262 7543 12411
134	516 7779 10940
135	2515 5843 9202
136	4684 5994 10586
137	573 2270 3324
138	7870 8317 10322
139	6856 7638 12909
140	1583 7669 10781
141	8141 9085 12555
142	3903 5485 9992
143	4467 11998 12904

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, kể cả khi thứ tự của các số, tức là các chỉ số, trong dãy tương ứng với nhóm cột thứ i trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 nêu trên có thay đổi, thì ma trận kiểm tra chẵn lẻ đã thay đổi cũng là một ma trận kiểm tra chẵn lẻ dùng được cho mã LDPC đó. Vì vậy, sáng chế này áp dụng được cho trường hợp thứ tự của các số trong dãy tương ứng với nhóm cột thứ i được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 có thay đổi.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, kể cả khi một dãy tương ứng với nhóm cột này được chuyển thành một dãy khác tương ứng với nhóm cột khác và ngược lại, trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26, thì đặc trưng tuần hoàn trên đồ thị của mã LDPC và đặc trưng đại số như sơ đồ phân bố bậc vẫn không thay đổi. Vì vậy, sáng chế này áp dụng được cho trường hợp thứ tự sắp xếp của các dãy được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 có thay đổi.

Ngoài ra, kể cả khi một bội số của Q_{ldpc} được cộng đồng loạt vào tất cả các số, tức là các chỉ số, tương ứng với một nhóm cột nào đó trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26, thì đặc trưng tuần hoàn trên đồ thị của mã LDPC hoặc đặc trưng đại số như sơ đồ phân bố bậc vẫn không thay đổi. Vì vậy, sáng chế này cũng áp dụng được cho trường hợp cộng đồng loạt một bội số của Q_{ldpc} vào các dãy được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26. Tuy nhiên, cần lưu ý rằng, nếu giá trị thu được sau khi cộng một bội số của Q_{ldpc} vào dãy cho trước lớn hơn hoặc bằng $(N_{ldpc}-K_{ldpc})$, thì sẽ thay thế giá trị đó bằng giá trị thu được sau khi lấy giá trị đó để thực hiện phép toán môđulô- $(N_{ldpc}-K_{ldpc})$.

Ngay khi vị trí của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ i trong ma trận con từ thông tin 210 được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26, có thể xác định được vị trí của các hàng có chứa giá trị 1 trong một cột khác của mỗi nhóm cột vì vị trí của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 0 được dịch chuyển tuần hoàn với khoảng cách là Q_{ldpc} trong cột kế tiếp.

Ví dụ, đối với trường hợp được thể hiện trong bảng 4, trong cột thứ 0 của nhóm cột thứ 0 trong ma trận con từ thông tin 210, giá trị 1 nằm ở hàng thứ 245, hàng thứ 449, hàng thứ 491, ...

Trong trường hợp này, vì $Q_{ldpc} = (N_{ldpc} - K_{ldpc})/M = (16200 - 5400)/360 = 30$, nên chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 1 của nhóm cột thứ 0 có thể bằng 275 ($= 245 + 30$), 479 ($= 449 + 30$), 521 ($= 491 + 30$), ..., và chỉ số của các hàng có chứa giá trị 1 trong cột thứ 2 của nhóm cột thứ 0 có thể bằng 305 ($= 275 + 30$), 509 ($= 479 + 30$), 551 ($= 521 + 30$).

Ma trận con chẵn lẻ 220 của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 được thể hiện trên Fig.2 có thể được xác định như sau:

Ma trận con chẵn lẻ 220 có $N_{ldpc} - K_{ldpc}$ cột (tức là từ cột thứ K_{ldpc} đến cột thứ $(N_{ldpc} - 1)$), và có cấu trúc hai đường chéo. Do đó, bậc của các cột trừ cột cuối cùng (tức là cột thứ $(N_{ldpc} - 1)$) trong số các cột có trong ma trận con chẵn lẻ 220 đều bằng 2, còn bậc của cột cuối cùng thì bằng 1.

Do đó, ma trận con từ thông tin 210 của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26, và ma trận con chẵn lẻ 220 có thể có cấu trúc hai đường chéo.

Khi các cột và các hàng của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 được thể hiện trên Fig.2 được hoán vị dựa vào biểu thức 4 và biểu thức 5, thì ma trận kiểm tra chẵn lẻ được thể hiện trên Fig.2 có thể được biến đổi thành ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 được thể hiện trên Fig.3.

$$Q_{ldpc} \cdot i + j \Rightarrow M \cdot j + i \quad \text{với } (0 \leq i < M, 0 \leq j < Q_{ldpc}) \quad (4)$$

$$K_{ldpc} + Q_{ldpc} \cdot k + l \Rightarrow K_{ldpc} + M \cdot l + k \quad \text{với } (0 \leq k < M, 0 \leq l < Q_{ldpc}) \quad (5)$$

Phương pháp hoán vị dựa vào biểu thức 4 và biểu thức 5 sẽ được mô tả dưới đây. Vì phép hoán vị hàng và phép hoán vị cột áp dụng cùng một nguyên lý, nên dưới đây sẽ chỉ mô tả phép hoán vị hàng để làm ví dụ minh họa.

Đối với phép hoán vị hàng, xét hàng thứ X , i và j đáp ứng điều kiện $X = Q_{ldpc} \times i + j$ được tính và hàng thứ X được hoán vị bằng cách thế các giá trị i và j tính được vào biểu thức $M \times j + i$. Ví dụ, xét hàng thứ 7, i và j đáp ứng điều kiện $7 = 2 \times i + j$ là i bằng 3 và j bằng 1. Vì vậy, hàng thứ 7 được hoán vị thành hàng thứ 13 ($10 \times 1 + 3 = 13$).

Khi phép hoán vị hàng và phép hoán vị cột được thực hiện theo phương pháp nêu trên, thì ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.2 có thể được biến đổi thành ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.3.

Dựa vào Fig.3, ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 được phân chia ra thành nhiều khối thành phần, và một ma trận tựa tuần hoàn $M \times M$ tương ứng với mỗi khối thành phần.

Do đó, ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 với cấu trúc như được thể hiện trên Fig.3 được tạo nên từ các khối ma trận $M \times M$. Nghĩa là, các ma trận con $M \times M$ được sắp xếp thành nhiều khối thành phần, tạo nên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300.

Vì ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 được tạo nên từ các ma trận tựa tuần hoàn $M \times M$, cho nên M cột có thể được coi là một khối cột và M hàng có thể được coi là một khối hàng. Do đó, ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 với cấu trúc như được thể hiện trên Fig.3 có $N_{qc_column} = N_{ldpc}/M$ khối cột và $N_{qc_row} = N_{parity}/M$ khối hàng.

Ma trận con $M \times M$ sẽ được mô tả dưới đây.

Thứ nhất, khối cột thứ $(N_{qc_column}-1)$ của khối hàng thứ 0 có dạng được thể hiện theo biểu thức 6 sau đây:

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 1 & 0 & \cdots & 0 & 0 \\ 0 & 1 & \cdots & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ 0 & 0 & \cdots & 1 & 0 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Như đã nêu trên, ma trận A 330 là ma trận $M \times M$, tất cả các giá trị của hàng thứ 0 và cột thứ $(M-1)$ đều bằng “0”, còn với $0 \leq i \leq (M-2)$, thì hàng thứ $(i+1)$ của cột thứ i bằng

“1” và các giá trị còn lại đều bằng “0”.

Thứ hai, với $0 \leq i \leq (N_{ldpc} - K_{ldpc})/M - 1$ trong ma trận con chẵn lẻ 320, khối hàng thứ i của khối cột thứ $(K_{ldpc}/M + i)$ được tạo ra dựa trên ma trận đơn vị $I_{M \times M}$ 340. Ngoài ra, với $0 \leq i \leq (N_{ldpc} - K_{ldpc})/M - 2$, khối hàng thứ $(i+1)$ của khối cột thứ $(K_{ldpc}/M + i)$ được tạo ra dựa trên ma trận đơn vị $I_{M \times M}$ 340.

Thứ ba, khối 350 tạo nên ma trận con từ thông tin 310 có thể là cấu trúc dịch chuyển tuần hoàn của ma trận tuần hoàn P , $P^{a_{ij}}$, hoặc cấu trúc cộng của ma trận dịch chuyển tuần hoàn $P^{a_{ij}}$ trong ma trận tuần hoàn P (hoặc cấu trúc trùng lặp).

Ví dụ, cấu trúc trong đó ma trận tuần hoàn P được dịch chuyển tuần hoàn sang bên phải 1 cột có thể được biểu diễn bằng biểu thức 7 sau đây:

$$P = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & 1 & \dots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & \dots & 1 \\ 1 & 0 & 0 & & 0 \end{bmatrix} \quad (7)$$

Ma trận tuần hoàn P là ma trận vuông có kích thước $M \times M$ và là ma trận trong đó giá trị của mỗi hàng trong số M hàng bằng 1 và giá trị của mỗi cột trong số M cột bằng 1. Khi a_{ij} bằng 0, thì ma trận tuần hoàn P , tức là P^0 , là ma trận đơn vị $I_{M \times M}$, còn khi a_{ij} bằng ∞ , thì ma trận P^∞ là ma trận không.

Ma trận con nằm ở giao điểm của khối hàng thứ i và khối cột thứ j trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 trên Fig.3 có thể là $P^{a_{ij}}$. Do đó, i và j là số lượng khối hàng và số lượng khối cột trong các khối thành phần tương ứng với từ thông tin. Do đó, trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300, tổng số cột bằng $N_{ldpc} = M \times N_{qc_column}$, và tổng số hàng bằng $N_{parity} = M \times N_{qc_row}$. Nghĩa là, ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 có N_{qc_column} khối cột và N_{qc_row} khối hàng.

Quay lại Fig.1, bộ mã hoá 110 có thể thực hiện bước mã hoá LDPC bằng cách sử dụng nhiều tỷ lệ mã khác nhau như 5/15, 6/15, 7/15, 8/15, 9/15, 10/15, 11/15, 12/15, 13/15, v.v.. Ngoài ra, bộ mã hoá 110 có thể tạo ra từ mã LDPC có nhiều độ dài khác nhau

như 16200, 64800, v.v., dựa vào độ dài của các bit từ thông tin và tỷ lệ mã.

Trong trường hợp này, bộ mã hoá 110 có thể thực hiện bước mã hoá LDPC bằng cách sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ trong đó ma trận con từ thông tin được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26, và ma trận con chẵn lẻ có cấu trúc hai đường chéo (tức là ma trận kiểm tra chẵn lẻ được thể hiện trên Fig.2), hoặc có thể thực hiện bước mã hoá LDPC bằng cách sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ trong đó các hàng và các cột được hoán vị từ ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.2 dựa vào biểu thức 4 và biểu thức 5 (tức là ma trận có cấu trúc được thể hiện trên Fig.3).

Ngoài ra, bộ mã hoá 110 có thể thực hiện bước mã hoá Bose, Chaudhuri, Hocquenghem (BCH) và cả bước mã hoá LDPC. Để làm được điều này, bộ mã hoá 110 có thể còn có bộ mã hoá BCH (không được thể hiện trên hình vẽ) để thực hiện bước mã hoá BCH.

Trong trường hợp như vậy, bộ mã hoá 110 có thể thực hiện quy trình mã hoá theo thứ tự là mã hoá BCH và mã hoá LDPC. Cụ thể, bộ mã hoá 110 có thể bổ sung các bit chẵn lẻ BCH vào các bit đầu vào để thực hiện bước mã hoá BCH và mã hoá LDPC cho các bit thu được sau khi bổ sung các bit chẵn lẻ BCH vào các bit từ thông tin, nhờ đó tạo ra từ mã LDPC.

Bộ đan xen 120 đan xen từ mã LDPC. Nghĩa là, bộ đan xen 120 thu từ mã LDPC từ bộ mã hoá 110, và đan xen từ mã LDPC dựa vào các quy tắc đan xen.

Cụ thể, bộ đan xen 120 có thể đan xen từ mã LDPC sao cho một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC (tức là các nhóm bit hoặc các khối) được ánh xạ lên một bit định trước của ký hiệu điều biến.

Các quy tắc đan xen được áp dụng ở bộ đan xen 120 theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Phương án làm ví dụ 1: Sử dụng bộ đan xen khối

Theo phương án làm ví dụ thứ nhất, bộ đan xen 120 có thể đan xen từ mã LDPC theo phương pháp được mô tả dưới đây sao cho một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC đã đan xen được ánh xạ lên một bit định trước của ký hiệu điều biến. Phương pháp đan xen này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào

Fig.4.

Fig.4 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của bộ đan xen theo phương án làm ví dụ này. Dựa vào Fig.4, bộ đan xen 120 bao gồm bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm (hoặc bộ đan xen theo nhóm 122), bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 và bộ đan xen khối 124.

Bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 đan xen các bit chẵn lẻ tạo nên từ mã LDPC.

Cụ thể, khi từ mã LDPC được tạo ra dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 với cấu trúc như được thể hiện trên Fig.2, thì bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 có thể chỉ đan xen các bit chẵn lẻ của từ mã LDPC dựa vào biểu thức 8 sau đây:

$$u_i = c_i \quad \text{với } 0 \leq i < K_{ldpc}, \text{ và}$$

$$u_{K_{ldpc}+M \cdot t+s} = c_{K_{ldpc}+Q_{ldpc} \cdot s+t} \quad \text{với } 0 \leq s < M, 0 \leq t < Q_{ldpc} \quad (8)$$

trong đó M là khoảng lặp lại của một mẫu nhóm cột, gồm nhiều cột, trong ma trận con từ thông tin 210, tức là số lượng cột có trong một nhóm cột (ví dụ M = 360), và Q_{ldpc} là khoảng cách dịch chuyển tuần hoàn của mỗi cột trong ma trận con từ thông tin 210. Nghĩa là, bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 thực hiện bước đan xen bit chẵn lẻ trên từ mã LDPC $c = (c_0, c_1, \dots, c_{N_{ldpc}-1})$, và xuất ra $U = (u_0, u_1, \dots, u_{N_{ldpc}-1})$.

Khi từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 trên Fig.2 được đan xen bit chẵn lẻ dựa vào biểu thức 8, thì từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ giống với từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 trên Fig.3. Do đó, khi từ mã LDPC được tạo ra dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 trên Fig.3, thì bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 có thể được loại bỏ.

Từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ sau khi được mã hoá dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 trên Fig.2, hay từ mã đã mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ với cấu trúc như được thể hiện trên Fig.3 có thể có đặc trưng là một số lượng định trước của các bit liên tiếp của từ mã LDPC này có đặc trưng giải mã giống nhau (sự phân bố tuần hoàn, bậc của cột, v.v.).

Ví dụ, từ mã LDPC có thể có đặc trưng giống nhau với mỗi M bit liên tiếp. Trong đó, M là khoảng lặp lại của một mẫu nhóm cột trong ma trận con từ thông tin và, ví dụ,

M có thể bằng 360.

Cụ thể, tích của các bit từ mã LDPC và ma trận kiểm tra chẵn lẻ phải bằng “0”. Điều này có nghĩa là tổng của các tích của bit thứ i của từ mã LDPC, c_i ($i = 0, 1, \dots, N_{ldpc}-1$), và cột thứ i của ma trận kiểm tra chẵn lẻ phải là vector “0”. Do đó, bit thứ i của từ mã LDPC có thể được coi là tương ứng với cột thứ i của ma trận kiểm tra chẵn lẻ.

Trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, M cột thuộc cùng một nhóm có cùng một bậc, và có đặc trưng tuần hoàn lớn hơn đáng kể. Do đó, vì M bit liên tiếp trong từ mã LDPC tương ứng với cùng một nhóm cột của ma trận kiểm tra chẵn lẻ và đặc trưng tuần hoàn giữa M bit liên tiếp lớn hơn đáng kể, nên các bit này có độ tương quan giải mã thấp.

Cụ thể, đối với ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.2, vì ma trận con từ thông tin 210 có đặc trưng giống nhau với mỗi nhóm cột có M cột (ví dụ các cột thuộc cùng một nhóm cột có cùng một sơ đồ phân bố bậc), nên các bit từ thông tin của từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 có nhiều nhóm bit, mỗi nhóm bit có M bit liên tiếp, có đặc trưng từ mã giống nhau. Khi các bit chẵn lẻ của từ mã LDPC được đan xen bằng bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, thì các bit chẵn lẻ của từ mã LDPC có thể bao gồm nhiều nhóm bit, mỗi nhóm bit có M bit liên tiếp, có đặc trưng từ mã giống nhau.

Ngoài ra, đối với ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.3, vì ma trận con từ thông tin 310 và ma trận con chẵn lẻ 320 của ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 có đặc trưng giống nhau với mỗi nhóm cột có M cột sau khi hoán vị hàng và cột, nên các bit từ thông tin và các bit chẵn lẻ của từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 có nhiều nhóm bit, mỗi nhóm bit có M bit liên tiếp, có đặc trưng từ mã giống nhau.

Trong đó, phép hoán vị hàng không ảnh hưởng đến đặc trưng tuần hoàn hoặc đặc trưng đại số của từ mã LDPC như sơ đồ phân bố bậc, khoảng cách nhỏ nhất, v.v., vì phép hoán vị hàng chỉ là sự sắp xếp lại thứ tự của các hàng trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ. Ngoài ra, vì phép hoán vị cột được thực hiện đối với ma trận con chẵn lẻ 320 để tương ứng với phương pháp đan xen bit chẵn lẻ được thực hiện trong bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, cho nên các bit chẵn lẻ của từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 trên Fig.3 có nhiều nhóm bit, mỗi nhóm bit có M bit liên tiếp, giống với các bit chẵn lẻ của từ mã được mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 trên Fig.2.

Do đó, theo phương án làm ví dụ này, các bit tạo nên từ mã LDPC có thể có đặc trưng giống nhau với mỗi M bit liên tiếp.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm và sắp xếp lại thứ tự của các nhóm đó. Nghĩa là, bộ đan xen nhóm 122 đan xen các nhóm theo đơn vị nhóm.

Để làm được điều này, bộ đan xen nhóm 122 phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm dựa vào biểu thức 9 hoặc biểu thức 10 sau đây:

$$X_j = \left\{ u_k \mid j = \left\lfloor \frac{k}{360} \right\rfloor, 0 \leq k < N_{ldpc} \right\} \text{ với } 0 \leq j < N_{group} \quad (9)$$

$$X_j = \left\{ u_k \mid 360 \times j \leq k < 360 \times (j+1), 0 \leq k < N_{ldpc} \right\} \text{ với } 0 \leq j < N_{group} \quad (10)$$

trong đó N_{group} là tổng số nhóm, X_j là nhóm thứ j , và u_k là bit thứ k của từ mã LDPC được nhập vào bộ đan xen nhóm 122. Ngoài ra, $\left\lfloor \frac{k}{360} \right\rfloor$ là số nguyên lớn nhất nhỏ hơn $k/360$.

Vì giá trị 360 trong các biểu thức này là một ví dụ về khoảng M là khoảng lặp lại của một mẫu nhóm cột trong ma trận con từ thông tin, nên giá trị 360 trong các biểu thức này có thể được đổi thành M .

Từ mã LDPC được phân chia ra thành nhiều nhóm có thể giống như được thể hiện trên Fig.5.

Dựa vào Fig.5, từ mã LDPC được phân chia ra thành nhiều nhóm và mỗi nhóm có M bit liên tiếp.

Cụ thể, vì từ mã LDPC được phân chia ra thành các nhóm có M bit liên tiếp, nên K_{ldpc} bit từ thông tin được phân chia ra thành (K_{ldpc}/M) nhóm và $N_{ldpc}-K_{ldpc}$ bit chẵn lẻ được phân chia ra thành $(N_{ldpc}-K_{ldpc})/M$ nhóm. Do đó, từ mã LDPC có thể được phân chia ra thành tổng số là (N_{ldpc}/M) nhóm.

Ví dụ, nếu $M = 360$ và độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, thì số lượng nhóm N_{group} bằng 180, còn nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, thì số lượng nhóm N_{group} bằng 45.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 phân chia từ mã LDPC sao cho M bit liên tiếp được gộp vào cùng một nhóm vì từ mã LDPC có đặc trưng từ mã giống nhau với mỗi M bit liên tiếp. Do đó, khi từ mã LDPC được phân chia ra thành các nhóm có M bit liên tiếp, thì các bit có đặc trưng từ mã giống nhau thuộc cùng một nhóm.

Theo phương án làm ví dụ nêu trên, M bit tạo nên mỗi nhóm, nhưng đó chỉ là một ví dụ. Số lượng bit tạo nên mỗi nhóm có thể thay đổi.

Ví dụ, số lượng bit tạo nên mỗi nhóm có thể là một ước số của M. Nói cách khác, số lượng bit tạo nên mỗi nhóm có thể là một ước số của số lượng cột tạo nên một nhóm cột của ma trận con từ thông tin trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ. Trong trường hợp này, mỗi nhóm có thể có số lượng bit là một ước số của M. Ví dụ, nếu số lượng cột tạo nên một nhóm cột của ma trận con từ thông tin bằng 360, tức là $M = 360$, thì bộ đan xen nhóm 122 có thể phân chia một từ mã LDPC thành nhiều nhóm sao cho số lượng bit tạo nên mỗi nhóm sẽ là một ước số của 360.

Tuy nhiên, vì để cho dễ hiểu cho nên trong sáng chế sẽ chỉ mô tả trường hợp số lượng bit tạo nên một nhóm bằng M.

Sau đó, bộ đan xen nhóm 122 đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm. Nghĩa là, bộ đan xen nhóm 122 thay đổi vị trí của các nhóm tạo nên từ mã LDPC và sắp xếp lại thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm dựa vào biểu thức 11 sau đây:

$$Y_j = X_{\pi(j)} \quad \text{với } (0 \leq j < N_{\text{group}}) \quad (11)$$

trong đó X_j là nhóm thứ j trước khi đan xen nhóm, và Y_j là nhóm thứ j sau khi đan xen nhóm.

Ngoài ra, giá trị $\pi(j)$ là thông số chỉ báo thứ tự đan xen và được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, tỷ lệ mã và phương pháp điều biến.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, ví dụ về giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong các bảng từ bảng 27 đến bảng 41 dưới đây.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15,

12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 27 hoặc bảng 28 dưới đây:

Bảng 27

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
10/15, 11/15,	7	17	33	31	26	10	32	41	28	8	24	42	20	9	35	43	22	12	38	3	5	14	37	
12/15, 13/15	40	19	16	27	39	25	4	21	1	23	18	36	0	6	11	34	2	29	15	30	13	44		

Bảng 28

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	6	34	11	21	12	8	9	23	22	2	10	15	7	14	30	13	32	17	18	3	19	16	25
12/15, 13/15	24	43	40	38	36	37	39	44	41	42	4	0	20	31	5	33	35	1	28	26	27	29	

Dựa vào bảng 27, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_7$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{17}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{33}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{13}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 7 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 17 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 33 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 13 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 28, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_6$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{34}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{11}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{27}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 6 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 34 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 11 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 27 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 29 hoặc bảng 30 dưới đây:

Bảng 29

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	32	4	23	27	35	24	16	39	5	22	33	40	18	13	8	6	37	34	0	15	21	38	30
8/15, 9/15	26	14	17	10	31	25	28	12	1	29	9	41	3	20	19	36	11	7	2	42	43	44	

Bảng 30

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	32	16	18	0	14	12	20	4	39	13	15	17	1	19	23	5	8	21	10	29	36	27	22	
8/15, 9/15	6	38	31	9	11	35	33	37	30	25	41	7	24	40	34	26	28	3	2	42	43	44		

Dựa vào bảng 29, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{32}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_4$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{23}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 32 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 4 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 23 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 30, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{32}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{16}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{18}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 32 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 18 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 31 hoặc bảng 32 dưới đây:

Bảng 31

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	28	6	15	8	0	22	37	35	21	26	7	12	27	1	32	33	13	11	10	18	34	9	39
12/15, 13/15	38	24	17	29	25	5	16	30	2	4	19	23	14	20	3	31	36	40	41	42	43	44	

Bảng 32

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	21	8	30	0	20	9	1	22	23	24	13	11	12	14	10	17	16	6	15	2	33	18	31
12/15, 13/15	7	34	38	37	5	19	36	44	39	41	43	40	42	3	35	32	4	25	26	27	28	29	

Dựa vào bảng 31, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{28}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_6$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{15}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 28 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 6 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 15 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 32, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{21}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_8$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{30}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{28}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 21 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 8 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 30 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 28 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 1024-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 33 hoặc bảng 34 dưới đây:

Bảng 33

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	16	13	1	25	24	33	4	29	32	30	0	17	22	18	8	9	27	11	37	35	12	15	10
8/15, 9/15	20	5	6	36	38	2	26	14	7	19	3	21	23	31	34	28	39	40	41	42	43	44	

Bảng 34

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	16	12	14	19	34	13	15	17	8	11	4	6	7	44	9	5	1	21	18	31	40	10	28
8/15, 9/15	20	24	27	41	32	30	42	26	36	0	23	35	29	33	25	22	43	2	3	37	38	39	

Dựa vào bảng 33, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{16}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{13}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_1$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 13 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 34, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{16}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{12}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{14}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{38}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{39}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 12 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 14 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 38 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 39 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 35 hoặc bảng 36 dưới đây:

Bảng 35

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	48	4	15	97	108	76	1	174	61	0	59	71	120	175	167	114	65	98	101	19	112	109	152
	138	35	62	43	86	153	73	173	165	23	49	91	5	169	99	77	149	26	36	25	56	156	155
	110	80	58	42	40	103	159	83	127	111	63	89	11	52	144	142	133	154	44	96	93	66	122
	123	79	141	51	21	17	45	126	150	3	168	41	106	124	64	147	78	8	118	113	39	69	140
	14	131	82	134	55	33	50	84	28	105	6	145	7	27	132	92	115	164	74	10	68	102	67
	30	151	18	148	129	53	100	22	107	16	170	143	121	38	57	95	90	172	81	158	171	32	119
	37	24	130	136	161	75	29	9	47	60	162	146	137	157	70	104	31	34	166	128	117	125	2
	13	85	88	135	116	12	163	20	46	87	94	139	54	72	160	176	177	178	179				

Bảng 36

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	48	61	65	35	23	26	58	63	44	51	41	113	55	7	68	53	38	32	29	70	2	20	4
	0	98	62	49	36	42	89	96	21	106	39	33	27	102	100	57	119	9	104	13	46	15	59
	101	43	91	25	40	11	93	17	124	69	50	132	67	22	95	37	47	31	85	87	97	71	19
	86	5	56	103	52	66	45	64	140	84	92	30	107	90	24	60	34	88	94	106	120	112	153
	169	156	159	144	122	126	147	14	28	115	151	16	172	130	162	166	135	139	76	175	109	73	99
	155	83	142	123	150	78	131	105	164	18	170	81	136	146	128	116	54	1	167	152	173	77	110
	127	133	79	3	8	82	6	74	148	143	158	161	137	117	12	72	174	114	138	165	149	80	111
	154	141	168	118	134	145	10	129	121	171	75	157	125	163	160	176	177	178	179				

Dựa vào bảng 35, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{48}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_4$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{15}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{178}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{179}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 48 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 4 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 15 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Dựa vào bảng 36, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{48}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{61}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{65}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{178}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{179}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 48 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 61 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 65 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 37 dưới đây:

Bảng 37

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	6/15	53	3	28	46	68	15	43	29	49	0	58	42	23	1	47	32	7	36	34	14	37	18
63		51	57	67	54	48	60	61	59	70	45	55	56	66	64	17	40	69	52	62	65	135	106
151		178	119	50	105	84	27	10	25	165	174	44	21	19	145	112	30	140	16	13	172	154	115
170		86	141	139	89	107	12	73	79	118	167	166	72	171	82	96	127	142	162	164	159	179	5
157		163	117	74	90	158	153	81	6	104	88	123	99	101	144	97	168	137	8	98	11	39	87
38		75	100	76	136	20	134	94	35	132	152	156	146	103	77	2	41	114	143	108	109	175	125
85		155	131	176	150	130	124	113	173	91	95	110	93	92	149	138	126	120	147	129	102	33	9
148		116	161	80	177	83	4	133	122	160	121	128	78	111	169	22	24	26	31				

Dựa vào bảng 37, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{53}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_3$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{28}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{26}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{31}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 53 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 3 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 28 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 26 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 31 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 8/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 38 dưới đây:

Bảng 38

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
8/15	71	104	84	69	94	93	74	89	57	58	56	59	173	86	132	83	77	55	64	45	54	41	36
	87	62	10	75	12	85	17	47	80	7	60	68	6	92	43	13	70	91	48	61	1	38	110
	76	67	66	98	52	79	164	46	90	120	51	82	133	44	39	115	165	37	119	155	78	63	53
	49	28	23	31	50	14	25	65	40	30	19	24	88	29	95	73	2	8	72	140	176	142	158
	138	108	166	149	144	123	169	148	112	156	167	100	114	177	179	147	105	178	35	34	33	97	172
	111	27	137	26	160	21	20	163	162	32	134	22	151	136	15	42	121	175	145	127	96	143	141
	159	109	101	135	153	116	106	124	102	146	168	130	152	139	99	113	171	154	122	128	107	157	103
	174	170	9	131	125	3	118	161	81	126	0	150	129	117	11	4	5	16	18				

Dựa vào bảng 38, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{71}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{104}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{84}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{16}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{18}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 71 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 104 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 84 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 178, và từ nhóm thứ 18 đến nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 39 dưới đây. Cụ thể, khi bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ được xác định trong bảng 24, thì bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm bằng cách sử dụng giá trị $\pi(j)$ được xác định như được thể hiện trong bảng 39:

Bảng 39

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	10/15	111	65	78	49	68	44	119	96	97	108	69	114	51	66	29	62	73	106	54	103	43	89
101		105	45	55	98	93	41	109	42	110	87	36	90	32	116	4	20	23	38	71	8	34	115
94		60	104	19	117	46	102	75	91	76	50	5	79	92	35	95	99	53	37	72	100	58	56
81		84	0	2	21	80	26	33	70	74	57	88	13	27	14	77	7	30	61	48	63	67	112
47		113	151	52	86	154	6	40	11	107	31	177	132	64	136	131	150	16	155	148	1	125	24
161		162	22	133	174	82	124	160	18	158	176	168	149	134	178	169	128	173	3	130	12	15	172
163		146	138	139	17	143	159	25	10	152	145	59	153	179	166	129	120	142	141	165	167	170	164
126		121	147	135	140	137	144	175	157	127	9	171	122	123	156	28	83	85	118				

Dựa vào bảng 39, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{111}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{65}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{78}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{85}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{118}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 111 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 65 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 78 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 85 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 118 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 40 dưới đây. Cụ thể, khi bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ được xác định trong bảng 25, thì bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm bằng cách sử dụng giá trị $\pi(j)$ được xác định như được thể hiện trong bảng 40:

Bảng 40

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	89	64	50	28	32	26	52	98	66	31	90	59	70	17	76	117	54	68	11	43	57	92	20
	118	84	95	81	7	96	36	18	3	65	1	116	97	119	94	100	107	75	69	63	30	72	109
	35	82	67	33	44	48	91	112	49	78	55	106	46	108	51	113	102	71	40	111	104	74	21
	2	23	86	105	53	38	62	110	4	83	15	87	73	79	115	6	56	42	47	85	99	145	114
	103	158	93	58	101	34	77	61	164	173	132	39	151	88	60	41	37	45	172	166	152	127	169
	159	14	143	139	146	161	130	129	171	179	157	148	9	138	147	0	135	13	177	178	19	135	12
	168	136	160	170	5	150	124	144	156	167	123	149	134	142	121	141	165	126	125	140	153	175	176
	131	122	10	155	154	174	162	80	133	16	22	128	163	120	8	24	25	27	29				

Dựa vào bảng 40, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{89}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{64}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{50}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{27}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 89 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 64 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 50 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 27 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 12/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 41 dưới đây:

Bảng 41

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
12/15	51	122	91	111	95	100	119	130	78	57	65	26	61	126	105	143	70	132	39	102	115	116	6
	14	3	21	71	134	2	0	140	106	7	118	23	35	20	17	50	48	112	13	66	5	75	42
	129	107	30	45	137	114	37	87	53	85	101	141	120	99	88	117	64	28	135	138	108	113	58
	97	38	124	86	33	74	32	29	128	67	104	80	127	56	34	89	94	49	55	93	136	68	62
	54	40	81	103	121	76	44	84	96	123	154	98	82	142	46	169	131	72	47	69	125	31	83
	36	59	90	79	52	133	60	92	139	110	27	73	43	77	109	63	41	168	147	161	165	175	162
	164	158	157	160	150	171	167	145	151	153	9	155	170	146	166	149	15	159	11	176	152	156	144
	148	172	178	24	22	179	4	163	174	173	19	10	177	12	16	1	8	18	25				

Dựa vào bảng 41, biểu thức 11 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{51}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{122}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{91}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{18}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{25}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 51 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 122 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 91 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 18 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 25 thành nhóm thứ 179.

Như đã nêu trên, có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm cột trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ với cấu trúc được thể hiện trên Fig.2 và Fig.3, và một nhóm cột tương ứng với một nhóm bit. Do đó, nếu thứ tự của các nhóm cột trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ có thay đổi, thì thứ tự của các nhóm bit cũng có thể thay đổi theo.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm dựa vào biểu thức 11 và các bảng từ bảng 27 đến bảng 41.

Mặt khác, vì thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC được sắp xếp lại bằng bộ đan xen nhóm 122, và sau đó các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124, như sẽ được mô tả dưới đây, nên “thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối” được thể hiện trong các bảng từ bảng 27 đến bảng 41 liên quan đến giá trị $\pi(j)$.

Ngoài ra, bộ đan xen nhóm 122 có thể đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 12 sau đây:

$$Y_{\pi(j)} = X_j \text{ với } (0 \leq j < N_{\text{group}}) \quad (12)$$

trong đó X_j là nhóm thứ j trước khi đan xen nhóm, và Y_j là nhóm thứ j sau khi đan xen nhóm.

Ngoài ra, giá trị $\pi(j)$ là thông số chỉ báo thứ tự đan xen và được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, tỷ lệ mã và phương pháp điều biến.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, ví dụ về giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong các bảng từ bảng 42 đến bảng 51 dưới đây.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 42 hoặc bảng 43 dưới đây:

Bảng 42

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	35	31	39	19	29	20	36	0	9	13	5	37	17	43	21	41	25	1	33	24	12	30	16
12/15, 13/15	32	10	28	4	26	8	40	42	3	6	2	38	14	34	22	18	27	23	7	11	15	44	

Bảng 43

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	34	40	9	19	33	37	0	12	5	6	10	2	4	15	13	11	21	17	18	20	35	3	8
12/15, 13/15	7	23	22	42	43	41	44	14	36	16	38	1	39	27	28	26	29	25	31	32	24	30	

Dựa vào bảng 42, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{35}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{31}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{39}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{15}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 35, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 31, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 39, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 15, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 43, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{34}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{40}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_9$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{24}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{30}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 34, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 40, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 9, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 24, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 30.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 64-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 44 hoặc bảng 45 dưới đây:

Bảng 44

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	18	31	41	35	1	8	15	40	14	33	26	39	30	13	24	19	6	25	12	37	36	20	9
8/15, 9/15	2	5	28	23	3	29	32	22	27	0	10	17	4	38	16	21	7	11	34	42	43	44	

Bảng 45

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	3	12	41	40	7	15	23	34	16	26	18	27	5	9	4	10	1	11	2	13	6	17	22
8/15, 9/15	14	35	32	38	21	39	19	31	25	0	29	37	28	20	30	24	8	36	33	42	43	44	

Dựa vào bảng 44, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{18}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{31}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{41}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 18, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 31, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 41, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 45, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_3$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{12}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{41}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 3, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 12, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 41, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 46 hoặc bảng 47 dưới đây:

Bảng 46

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	4	13	31	37	32	28	1	10	3	21	18	17	11	16	35	2	29	25	19	33	36	8	5
12/15, 13/15	34	24	27	9	12	0	26	30	38	14	15	20	7	39	6	23	22	40	41	42	43	44	

Bảng 47

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	3	6	19	36	39	27	17	23	1	5	14	11	12	10	13	18	16	15	21	28	4	0	7
12/15, 13/15	8	9	40	41	42	43	44	2	22	38	20	24	37	29	26	25	31	34	32	35	33	30	

Dựa vào bảng 46, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_4$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{13}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{31}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 4, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 13, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 31, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 47, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_3$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_6$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{19}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{33}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{30}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 3, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 6, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 19, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 33, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 30.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 1024-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 48 hoặc bảng 49 dưới đây:

Bảng 48

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	10	2	28	33	6	24	25	31	14	15	22	17	20	1	30	21	0	11	13	32	23	34	12
8/15, 9/15	35	4	3	29	16	38	7	9	36	8	5	37	19	26	18	27	39	40	41	42	43	44	

Bảng 49

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	32	16	40	41	10	15	11	12	8	14	21	9	1	5	2	6	0	7	18	3	23	17	38
8/15, 9/15	33	24	37	30	25	22	35	28	19	27	36	4	34	31	42	43	44	20	26	29	39	13	

Dựa vào bảng 48, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{10}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_2$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{28}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 10, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 2, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 28, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 49, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{32}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{16}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{40}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{39}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{13}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 32, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 16, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 40, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 39, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 13.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 50 hoặc bảng 51 dưới đây:

Bảng 50

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	9	6	160	78	1	35	102	104	86	145	111	58	166	161	92	2	124	74	117	19	168	73	122
	32	139	42	40	105	100	144	115	154	136	97	155	24	41	138	128	89	50	80	49	26	64	75
	169	146	0	33	98	72	59	120	173	96	43	129	48	10	147	8	25	56	83	16	67	114	112
	90	152	11	174	29	110	143	5	38	85	70	47	133	94	53	99	162	27	170	163	57	131	34
	107	66	171	130	65	3	17	37	121	18	113	51	153	101	81	123	4	21	46	55	20	88	15
	108	165	158	87	137	12	127	68	69	82	159	76	54	157	119	140	93	106	62	95	164	141	150
	23	172	91	71	61	126	60	103	149	84	118	39	72	116	22	28	63	45	44	151	134	52	175
	142	148	167	109	31	156	14	79	36	125	135	132	30	7	13	179	178	177	176				

Bảng 51

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	23	132	20	141	22	70	144	13	142	40	167	51	152	42	99	44	103	53	124	68	21	31	59
	4	83	49	5	35	100	18	80	63	17	34	85	3	27	61	16	33	50	10	28	47	8	75
	43	62	0	26	56	9	73	15	131	12	71	38	6	45	84	1	25	7	76	2	74	58	14
	55	19	67	153	113	145	171	110	136	120	140	159	126	143	116	78	64	69	65	86	29	82	45
	79	52	87	60	30	66	24	114	37	46	36	72	41	122	32	81	88	112	137	160	90	11	155
	101	130	151	164	39	89	169	96	118	54	173	97	138	129	168	105	121	57	139	165	108	127	150
	156	109	77	162	117	147	95	166	128	98	145	158	119	102	134	91	161	115	93	172	148	94	175
	149	106	174	123	157	107	133	163	92	125	170	104	135	154	111	176	177	178	179				

Dựa vào bảng 50, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_9$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_6$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{160}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{177}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{176}$. Do đó,

bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 9, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 6, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 160, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 177, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 176.

Dựa vào bảng 51, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{23}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{132}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{20}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{178}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{179}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 23, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 132, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 20, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 52 dưới đây:

Bảng 52

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15	9	13	130	1	167	91	100	16	110	160	53	112	75	65	19	5	64	38	21	59	120	58	176
	12	177	54	178	52	2	7	62	179	15	159	18	123	17	20	115	113	39	131	11	6	57	33
	3	14	28	8	49	24	41	0	27	34	35	25	10	31	29	30	42	23	37	43	36	26	4
	40	32	22	81	76	95	116	118	129	173	77	164	99	83	166	51	138	70	114	102	73	96	147
	151	150	122	148	84	107	111	104	117	105	158	128	101	50	45	74	134	135	149	174	61	145	132
	68	162	94	78	48	155	171	169	103	144	137	154	85	172	157	143	140	124	168	121	44	119	109
	153	72	63	71	86	133	106	60	127	156	161	152	142	46	125	98	67	139	126	92	97	89	170
	163	87	93	88	55	80	79	108	175	69	82	66	146	56	136	141	165	47	90				

Dựa vào bảng 52, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_9$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{13}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{130}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{47}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{90}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 9, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 13, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 130, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 47, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 90.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 8/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 53 dưới đây:

Bảng 53

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	8/15	171	43	85	166	176	177	35	32	86	163	25	175	27	38	74	129	178	29	179	79	121	120
71		80	75	118	116	70	82	78	72	124	112	111	110	22	63	44	60	77	21	130	37	59	19
53		30	41	69	73	56	50	68	20	17	10	8	9	11	33	42	24	67	18	76	48	47	34
3		39	0	87	84	6	26	46	16	66	51	31	169	57	15	2	28	13	23	81	7	54	40
36		5	4	83	135	113	49	152	103	140	146	160	1	108	144	158	93	139	45	115	100	153	104
61		143	174	167	64	55	131	156	97	145	165	170	134	157	173	149	164	14	58	125	141	128	117
92		151	88	137	90	136	96	133	147	107	99	95	172	127	150	142	155	65	101	159	91	138	119
168		123	122	52	62	94	102	148	98	162	154	114	12	161	132	89	105	109	106				

Dựa vào bảng 53, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{171}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{43}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{85}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{109}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{106}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 171, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 43, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 85, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 109, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 106.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 54 dưới đây:

Bảng 54

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	71	112	72	133	38	57	98	85	43	171	146	100	135	81	83	136	109	142	123	49	39	73	117
	40	114	145	75	82	176	14	86	102	36	76	44	60	34	64	41	22	99	29	31	20	5	25
	51	92	88	3	56	12	95	63	18	26	68	79	67	149	47	87	15	89	105	1	13	90	4
	10	77	42	65	16	78	53	55	84	2	58	74	69	120	177	70	178	96	33	80	21	35	54
	59	28	46	61	7	8	27	62	66	23	52	19	48	24	17	101	9	30	32	0	91	93	11
	45	37	50	179	6	154	162	173	174	121	113	161	170	131	153	134	107	104	118	128	164	106	166
	140	141	165	156	155	143	167	148	139	163	111	127	108	94	147	150	97	110	175	169	124	144	122
	115	116	138	160	157	152	158	126	130	159	172	137	132	119	168	125	103	129	151				

Dựa vào bảng 54, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{71}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{112}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{72}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{129}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{151}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 71, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 112, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 72, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 129, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 151.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 55 dưới đây:

Bảng 55

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	130	33	69	31	77	142	84	27	175	127	163	18	137	132	116	79	170	13	30	135	22	68	171
	70	176	177	5	178	3	179	43	9	4	49	97	46	29	108	74	103	64	107	86	19	50	109
	58	87	51	54	2	60	6	73	16	56	85	20	95	11	106	99	75	42	1	32	8	48	17
	41	12	63	44	81	67	40	14	98	55	82	168	26	47	78	24	88	71	80	105	0	10	52
	21	94	37	25	28	35	7	89	38	96	62	92	66	72	57	39	59	45	76	65	53	61	91
	83	34	15	23	36	174	152	162	148	144	156	155	113	172	122	121	161	102	169	150	131	139	136
	128	118	157	153	151	117	145	90	119	129	126	149	143	104	112	158	165	164	146	125	93	115	140
	120	167	173	100	154	111	147	138	114	141	123	110	101	166	159	160	133	134	124				

Dựa vào bảng 55, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{130}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{33}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{69}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{134}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{124}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 130, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 33, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 69, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 134, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 124.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 12/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 56 dưới đây:

Bảng 56

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	12/15	29	176	28	24	167	43	22	32	177	148	172	156	174	41	23	154	175	37	178	171	36	25
34		164	179	11	125	63	76	48	113	75	73	83	35	115	52	70	18	93	131	45	127	98	49
106		110	39	86	38	0	119	54	92	87	82	9	68	116	121	12	91	130	62	10	42	78	90
111		16	26	109	126	74	44	97	128	8	118	80	94	104	114	99	55	72	53	60	84	117	2
122		88	85	4	100	69	103	59	5	56	19	95	79	14	31	47	66	129	124	3	40	67	51
20		21	61	33	6	58	96	1	101	71	112	13	81	77	46	7	108	17	120	27	64	89	50
65		123	30	57	105	15	160	145	151	133	161	153	142	146	158	147	102	149	159	140	139	155	141
134		137	168	138	135	152	144	132	107	150	143	162	170	169	136	157	173	163	166				

Dựa vào bảng 56, biểu thức 12 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{29}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{176}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{28}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{163}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{166}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 29, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 176, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 28, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 163, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 166.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm dựa vào biểu thức 12 và các bảng từ bảng 42 đến bảng 56.

Vì thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC được sắp xếp lại bằng bộ đan xen nhóm 122, và sau đó các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124, như sẽ được mô tả dưới đây, nên “thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối” được thể hiện trong các bảng từ bảng 42 đến bảng 56 liên quan đến giá trị $\pi(j)$.

Từ mã LDPC được đan xen nhóm theo phương pháp nêu trên được thể hiện trên Fig.6. Khi so sánh từ mã LDPC trên Fig.6 với từ mã LDPC trên Fig.5 trước khi đan xen nhóm, có thể thấy rằng thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC được sắp xếp lại.

Nghĩa là, như được thể hiện trên Fig.5 và Fig.6, các nhóm của từ mã LDPC được

sắp xếp theo thứ tự là nhóm X_0 , nhóm X_1 , ..., nhóm $X_{N_{\text{group}}-1}$ trước khi đan xen nhóm, và được sắp xếp theo thứ tự là nhóm Y_0 , nhóm Y_1 , ..., nhóm $Y_{N_{\text{group}}-1}$ sau khi đan xen nhóm. Trong trường hợp này, thứ tự sắp xếp lại của các nhóm sau khi đan xen nhóm có thể được xác định dựa vào các bảng từ bảng 27 đến bảng 56.

Bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 đan xen các bit trong cùng một nhóm. Nghĩa là, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể sắp xếp lại thứ tự của các bit trong cùng một nhóm bằng cách thay đổi thứ tự của các bit trong cùng một nhóm.

Trong trường hợp này, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể sắp xếp lại thứ tự của các bit trong cùng một nhóm bằng cách dịch chuyển tuần hoàn một số lượng bit định trước trong số các bit trong cùng một nhóm.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.7, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể dịch chuyển tuần hoàn các bit trong nhóm Y_1 sang bên phải 1 bit. Trong trường hợp đó, các bit nằm ở vị trí thứ 0, vị trí thứ 1, vị trí thứ 2, ..., vị trí thứ 358, và vị trí thứ 359 trong nhóm Y_1 như được thể hiện trên Fig.7 được dịch chuyển tuần hoàn sang bên phải 1 bit. Kết quả là, bit nằm ở vị trí thứ 359 trước khi dịch chuyển tuần hoàn sẽ nằm ở đầu nhóm Y_1 và các bit nằm ở vị trí thứ 0, vị trí thứ 1, vị trí thứ 2, ..., vị trí thứ 358 trước khi dịch chuyển tuần hoàn sẽ được dịch chuyển sang bên phải 1 bit theo thứ tự lần lượt và nằm ở đó.

Ngoài ra, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể sắp xếp lại thứ tự của các bit trong mỗi nhóm bằng cách dịch chuyển tuần hoàn một số lượng bit khác trong mỗi nhóm.

Ví dụ, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể dịch chuyển tuần hoàn các bit trong nhóm Y_1 sang bên phải 1 bit, và có thể dịch chuyển tuần hoàn các bit trong nhóm Y_2 sang bên phải 3 bit.

Việc thay đổi thứ tự của các bit trong cùng một nhóm như đã nêu trên được gọi là xoay bit trong nhóm. Việc xoay bit trong nhóm có thể được thực hiện để ngăn không cho xảy ra tình trạng các bit được ánh xạ lên một ký hiệu điều biến duy nhất được nối với một nút kiểm tra duy nhất. Do đó, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể được loại bỏ tùy theo trường hợp ứng dụng.

Ngoài ra, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 được đặt ở sau bộ đan xen nhóm 122

theo phương án làm ví dụ nêu trên. Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ. Nghĩa là, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 chỉ làm thay đổi thứ tự của các bit trong một nhóm nhất định và không làm thay đổi thứ tự của các nhóm. Vì vậy, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể được đặt ở trước bộ đan xen nhóm 122.

Bộ đan xen khối 124 đan xen các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự. Cụ thể, bộ đan xen khối 124 có thể đan xen các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự bằng bộ đan xen nhóm 122.

Nghĩa là, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 chỉ làm thay đổi thứ tự của các bit trong cùng một nhóm và không làm thay đổi thứ tự của các nhóm sau khi đan xen. Do đó, thứ tự của các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124 có thể được xác định bằng bộ đan xen nhóm 122. Cụ thể, thứ tự của các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124 có thể được xác định dựa vào giá trị $\pi(j)$ như được thể hiện trong các bảng từ bảng 27 đến bảng 56.

Bộ đan xen khối 124 có thể đan xen các nhóm được sắp xếp lại thứ tự bằng cách sử dụng ít nhất một cột và nhiều hàng.

Cụ thể, bộ đan xen khối 124 có thể đan xen bằng cách ghi các nhóm vào từng cột trong số ít nhất một cột theo đơn vị nhóm theo hướng cột, và đọc từng hàng của ít nhất một cột đã ghi các nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng hàng.

Nhóm nằm ở vị trí thứ j sau khi được đan xen bằng bộ đan xen nhóm 122 dưới đây sẽ được gọi là nhóm Y_j .

Nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì bộ đan xen khối 124 đan xen các nhóm bằng cách ghi một số lượng nhóm đúng bằng giá trị thu được khi lấy số lượng nhóm chia cho số lượng cột vào từng cột với thứ tự lần lượt theo đơn vị nhóm.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.8, bộ đan xen khối 124 ghi các bit trong nhóm Y_0 , nhóm Y_1 , ..., nhóm Y_{p-1} vào cột thứ nhất từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 , ghi các bit trong nhóm Y_p , nhóm Y_{p+1} , ..., nhóm Y_{q-1} vào cột thứ hai từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 , ..., và ghi các bit trong nhóm Y_z , Y_{z+1} , ..., nhóm $Y_{N_{\text{group}}-1}$ vào cột C từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 . Bộ đan xen khối 124 có thể đọc từng hàng của các cột này theo hướng

hàng bắt đầu từ hàng thứ nhất. Mỗi cột có thể có các hàng từ 1 đến R_1 . Nghĩa là, mỗi cột có R_1 hàng.

Tuy nhiên, nếu số lượng nhóm của từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì bộ đan xen khối 124 có thể đan xen bằng cách phân chia mỗi cột ra thành N phần (N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2).

Cụ thể, bộ đan xen khối 124 phân chia mỗi cột ra thành một phần có số lượng hàng đúng bằng số lượng bit có trong các nhóm có thể được ghi vào từng cột theo đơn vị nhóm, và một phần gồm các hàng còn lại, và đan xen các nhóm bằng cách sử dụng các phần đã phân chia.

Phần có số lượng hàng đúng bằng số lượng bit có trong các nhóm có thể được ghi theo đơn vị nhóm có số lượng hàng đúng bằng bội số nguyên lần của M . Ngoài ra, như đã nêu trên, số lượng bit từ mã tạo nên mỗi nhóm có thể là một ước số của M và do đó, phần có số lượng cột đúng bằng số lượng bit có trong mỗi nhóm có thể được ghi theo đơn vị nhóm có thể có số lượng hàng đúng bằng bội số nguyên lần của số lượng bit tạo nên mỗi nhóm.

Trong trường hợp này, bộ đan xen khối 124 ghi ít nhất một số nhóm có thể ghi được vào từng cột trong số các cột theo đơn vị nhóm trong số các nhóm vào từng cột trong số các cột theo thứ tự lần lượt, và sau đó ghi các nhóm còn lại vào vùng khác còn lại sau khi ít nhất một số nhóm đã được ghi theo đơn vị nhóm vào từng cột trong số các cột. Nghĩa là, bộ đan xen khối 124 ghi các bit có trong ít nhất một số nhóm có thể ghi được vào phần thứ nhất (tức là phần 1) của mỗi cột theo đơn vị nhóm, và sau đó phân chia các bit có trong các nhóm còn lại và ghi các bit này vào phần thứ hai (tức là phần 2) của mỗi cột.

Ví dụ, giả sử rằng, bộ đan xen khối 124 phân chia mỗi cột ra thành phần thứ nhất có R_1 hàng và phần thứ hai có R_2 hàng như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10. Trong đó, R_1 tương ứng với số lượng bit có trong các nhóm có thể ghi được vào từng cột theo đơn vị nhóm, và R_2 bằng tổng số hàng của mỗi cột trừ đi R_1 .

Trong trường hợp này, bộ đan xen khối 124 ghi các bit có trong các nhóm có thể ghi được vào từng cột theo đơn vị nhóm vào phần thứ nhất của từng cột theo hướng cột.

Nghĩa là, như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10, bộ đan xen khối 124 ghi các bit có

trong mỗi nhóm trong số nhóm Y_0 , nhóm Y_1 , ..., nhóm Y_{n-1} vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 thuộc phần thứ nhất của cột thứ nhất, ghi các bit có trong mỗi nhóm trong số nhóm Y_n , nhóm Y_{n+1} , ..., nhóm Y_{m-1} vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 thuộc phần thứ nhất của cột thứ hai, ..., ghi các bit có trong mỗi nhóm trong số nhóm Y_e , nhóm Y_{e+1} , ..., nhóm $Y_{N_{\text{group}}-2}$ vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_1 thuộc phần thứ nhất của cột C.

Như đã nêu trên, bộ đan xen khối 124 ghi các bit có trong các nhóm có thể ghi được vào từng cột theo đơn vị nhóm vào phần thứ nhất của từng cột theo hướng cột.

Sau đó, bộ đan xen khối 124 phân chia các bit có trong các nhóm còn lại trừ các nhóm đã ghi vào phần thứ nhất của mỗi cột trong số các nhóm, và ghi các bit này vào phần thứ hai của mỗi cột theo hướng cột. Trong trường hợp này, bộ đan xen khối 124 lấy số lượng bit có trong các nhóm còn lại trừ các nhóm đã ghi vào phần thứ nhất của từng cột chia cho số lượng cột, sao cho cùng một số lượng bit sẽ được ghi vào phần thứ hai của mỗi cột, và ghi số lượng bit đã chia vào phần thứ hai của mỗi cột theo hướng cột.

Ví dụ, khi còn lại nhóm cuối cùng $Y_{N_{\text{group}}-1}$ của từ mã LDPC như được thể hiện trên Fig.9, thì bộ đan xen khối 124 lấy số lượng bit có trong nhóm $Y_{N_{\text{group}}-1}$ chia cho số lượng cột (C), và ghi số lượng bit đã chia vào phần thứ hai của mỗi cột theo thứ tự lần lượt.

Nghĩa là, bộ đan xen khối 124 ghi các bit vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_2 thuộc phần thứ hai của cột thứ nhất, ghi các bit vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_2 thuộc phần thứ hai của cột thứ hai, ..., và ghi các bit vào các hàng từ hàng thứ nhất đến hàng thứ R_2 thuộc phần thứ hai của cột C. Trong trường hợp này, bộ đan xen khối 124 có thể ghi các bit vào phần thứ hai của mỗi cột theo hướng cột như được thể hiện trên Fig.9. Nói cách khác, các bit tạo nên một nhóm bit trong phần thứ hai có thể không được ghi vào cùng một hàng, mà được ghi vào nhiều hàng.

Trong ví dụ nêu trên, bộ đan xen khối 124 ghi các bit vào phần thứ hai theo hướng cột. Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ. Nghĩa là, bộ đan xen khối 124 có thể ghi các bit vào nhiều cột thuộc phần thứ hai theo hướng hàng. Trong trường hợp này, bộ đan xen khối 124 có thể ghi các bit vào phần thứ nhất theo phương pháp giống như đã nêu trên.

Cụ thể, dựa vào Fig.10, bộ đan xen khối 124 ghi các bit từ hàng thứ nhất thuộc phần

thứ hai trong cột thứ nhất đến hàng thứ nhất thuộc phần thứ hai trong cột C, ghi các bit từ hàng thứ 2 thuộc phần thứ hai trong cột thứ nhất đến hàng thứ 2 thuộc phần thứ hai trong cột C, ..., và ghi các bit từ hàng thứ R_2 thuộc phần thứ hai trong cột thứ nhất đến hàng thứ R_2 thuộc phần thứ hai trong cột C.

Mặt khác, bộ đan xen khối 124 đọc các bit đã ghi trong mỗi hàng của từng phần theo hướng hàng. Nghĩa là, như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10, bộ đan xen khối 124 đọc các bit đã ghi trong mỗi hàng thuộc phần thứ nhất của các cột với thứ tự lần lượt theo hướng hàng, và đọc các bit đã ghi trong mỗi hàng thuộc phần thứ hai của các cột với thứ tự lần lượt theo hướng hàng.

Như đã nêu trên, bộ đan xen khối 124 có thể đan xen các nhóm theo các phương pháp nêu trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.10.

Cụ thể, trong trường hợp được thể hiện trên Fig.9, các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất được ghi vào phần thứ hai theo hướng cột và được đọc theo hướng hàng. Trong trường hợp này, thứ tự của các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất được sắp xếp lại. Vì các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất được đan xen như đã nêu trên, nên hiệu suất tỷ lệ lỗi bit/tỷ lệ lỗi khung (Bit Error Rate/Frame Error Rate, BER/FER) có thể được cải thiện hơn so với trường hợp các bit đó không được đan xen.

Tuy nhiên, nhóm không thuộc phần thứ nhất có thể không được đan xen như được thể hiện trên Fig.10. Nghĩa là, vì bộ đan xen khối 124 ghi và đọc các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất vào phần thứ hai theo hướng hàng, cho nên thứ tự của các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất không thay đổi và các bit được xuất ra cho bộ điều biến 130 theo thứ tự lần lượt. Trong trường hợp này, các bit có trong nhóm không thuộc phần thứ nhất có thể được xuất ra theo thứ tự lần lượt và được ánh xạ lên ký hiệu điều biến.

Trên Fig.9 và Fig.10, nhóm cuối cùng trong số các nhóm được ghi vào phần thứ hai. Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ. Số lượng nhóm được ghi vào phần thứ hai có thể thay đổi tùy theo tổng số nhóm của từ mã LDPC, số lượng cột và số lượng hàng, hoặc số lượng anten truyền.

Bộ đan xen khối 124 có thể có cấu hình khác nhau tùy theo trường hợp các bit trong

cùng một nhóm được ánh xạ lên một bit duy nhất của mỗi ký hiệu điều biến hay các bit trong cùng một nhóm được ánh xạ lên hai bit của mỗi ký hiệu điều biến.

Trong khi đó, đối với hệ thống có bộ đan xen khối 124 sử dụng nhiều anten, thì bộ đan xen khối 124 có thể xác định số lượng cột có xem xét đến số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến và số lượng anten được sử dụng đồng thời. Ví dụ, trong trường hợp số lượng bit có trong cùng một nhóm được ánh xạ lên một bit duy nhất của ký hiệu điều biến, và có hai anten được sử dụng, thì bộ đan xen khối 124 có thể xác định số lượng cột nhiều gấp hai lần số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến.

Trước tiên, khi các bit có trong cùng một nhóm được ánh xạ lên một bit duy nhất của mỗi ký hiệu điều biến, thì bộ đan xen khối 124 có thể có cấu hình như được thể hiện trong bảng 57 và bảng 58:

Bảng 57

	$N_{ldpc} = 64800$					
	QPSK	16-QAM	64-QAM	256-QAM	1024-QAM	4096-QAM
C	2	4	6	8	10	12
R_1	32400	16200	10800	7920	6480	5400
R_2	0	0	0	180	0	0

Bảng 58

	$N_{ldpc} = 16200$					
	QPSK	16-QAM	64-QAM	256-QAM	1024-QAM	4096-QAM
C	2	4	6	8	10	12
R_1	7920	3960	2520	1800	1440	1080
R_2	180	90	180	225	180	270

Trong đó, C (hoặc N_c) là số lượng cột trong bộ đan xen khối 124, R_1 là số lượng hàng tạo nên phần thứ nhất của mỗi cột, và R_2 là số lượng hàng tạo nên phần thứ hai của mỗi cột.

Dựa vào bảng 57 và bảng 58, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì bộ đan xen khối 124 đan xen mà không cần phân chia mỗi cột. Vì vậy, R_1 tương ứng với số lượng hàng tạo nên mỗi cột, và R_2 bằng 0. Ngoài ra, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng

cột, thì bộ đan xen khối 124 đan xen các nhóm bằng cách phân chia mỗi cột ra thành phần thứ nhất có R_1 hàng, và phần thứ hai có R_2 hàng.

Khi số lượng cột trong bộ đan xen khối 124 bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, thì các bit trong cùng một nhóm được ánh xạ lên một bit duy nhất của mỗi ký hiệu điều biến như được thể hiện trong bảng 57 và bảng 58.

Ví dụ, khi $N_{ldpc} = 64800$ và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì bộ đan xen khối 124 có thể sử dụng bốn (4) cột, mỗi cột có 16200 hàng. Trong trường hợp này, các nhóm của từ mã LDPC được ghi vào bốn (4) cột theo đơn vị nhóm và các bit được ghi vào cùng một hàng trong mỗi cột được xuất ra theo thứ tự lần lượt. Trong trường hợp này, vì bốn (4) bit tạo nên một ký hiệu điều biến trong phương pháp điều biến 16-QAM, nên các bit có trong cùng một nhóm và được xuất ra từ một cột duy nhất có thể được ánh xạ lên một bit duy nhất của mỗi ký hiệu điều biến. Ví dụ, các bit có trong một nhóm được ghi vào cột thứ nhất có thể được ánh xạ lên bit thứ nhất của mỗi ký hiệu điều biến.

Mặt khác, khi các bit trong cùng một nhóm được ánh xạ lên hai bit của mỗi ký hiệu điều biến, thì bộ đan xen khối 124 có thể có cấu hình như được thể hiện trong bảng 59 và bảng 60:

Bảng 59

	$N_{ldpc} = 64800$					
	QPSK	16-QAM	64-QAM	256-QAM	1024-QAM	4096-QAM
C	1	2	3	4	5	6
R_1	64800	32400	21600	16200	12960	10800
R_2	0	0	0	0	0	0

Bảng 60

	$N_{ldpc} = 16200$					
	QPSK	16-QAM	64-QAM	256-QAM	1024-QAM	4096-QAM
C	1	2	3	4	5	6
R_1	16200	7920	5400	3960	3240	2520
R_2	0	180	0	90	0	180

Trong đó, C (hoặc N_c) là số lượng cột trong bộ đan xen khối 124, R_1 là số lượng hàng tạo nên phần thứ nhất của mỗi cột, và R_2 là số lượng hàng tạo nên phần thứ hai của

mỗi cột.

Dựa vào bảng 59 và bảng 60, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì bộ đan xen khối 124 đan xen mà không cần phân chia mỗi cột. Vì vậy, R_1 tương ứng với số lượng hàng tạo nên mỗi cột, và R_2 bằng 0. Ngoài ra, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì bộ đan xen khối 124 đan xen các nhóm bằng cách phân chia mỗi cột ra thành phần thứ nhất có R_1 hàng, và phần thứ hai có R_2 hàng.

Nếu số lượng cột trong bộ đan xen khối 124 bằng một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến như được thể hiện trong bảng 59 và bảng 60, thì các bit trong cùng một nhóm được ánh xạ lên hai bit của mỗi ký hiệu điều biến.

Ví dụ, khi $N_{ldpc} = 64800$ và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì bộ đan xen khối 124 có thể sử dụng hai (2) cột, mỗi cột có 32400 hàng. Trong trường hợp này, các nhóm của từ mã LDPC được ghi vào hai (2) cột theo đơn vị nhóm và các bit được ghi vào cùng một hàng trong mỗi cột được xuất ra theo thứ tự lần lượt. Vì bốn (4) bit tạo nên một ký hiệu điều biến trong phương pháp điều biến 16-QAM, nên các bit được xuất ra từ hai hàng tạo nên một ký hiệu điều biến. Do đó, các bit có trong cùng một nhóm và được xuất ra từ một cột có thể được ánh xạ lên hai bit của mỗi ký hiệu điều biến. Ví dụ, các bit có trong một nhóm được ghi vào cột thứ nhất có thể được ánh xạ lên các bit có mặt ở hai vị trí bất kỳ của mỗi ký hiệu điều biến.

Dựa vào các bảng từ bảng 57 đến bảng 60, tổng số hàng của bộ đan xen khối 124, tức là $R_1 + R_2$, bằng N_{ldpc}/C .

Ngoài ra, số lượng hàng của phần thứ nhất, R_1 , bằng bội số nguyên lần của số lượng bit có trong mỗi nhóm, M (ví dụ $M = 360$), và có thể được biểu diễn dưới dạng $\lfloor N_{group}/C \rfloor \times M$, và số lượng hàng của phần thứ hai, R_2 , có thể bằng $N_{ldpc}/C - R_1$. Trong đó, $\lfloor N_{group}/C \rfloor$ là số nguyên lớn nhất nhỏ hơn N_{group}/C . Vì R_1 là bội số nguyên lần của số lượng bit có trong mỗi nhóm, M , nên các bit có thể được ghi vào R_1 hàng theo đơn vị nhóm.

Ngoài ra, nếu số lượng nhóm của từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng cột, như có thể thấy khi nhìn vào các bảng từ bảng 57 đến bảng 60, thì bộ đan

xen khối 124 đan xen các nhóm của từ mã LDPC bằng cách phân chia mỗi cột ra thành hai phần.

Cụ thể, độ dài của từ mã LDPC đem chia cho số lượng cột sẽ thu được tổng số hàng có trong mỗi cột. Trong trường hợp này, nếu số lượng nhóm của từ mã LDPC là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì mỗi cột sẽ không được phân chia ra thành hai phần. Tuy nhiên, nếu số lượng nhóm của từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng cột, thì mỗi cột sẽ được phân chia ra thành hai phần.

Ví dụ, giả sử rằng số lượng cột trong bộ đan xen khối 124 bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, và từ mã LDPC có 64800 bit như được thể hiện trong bảng 57. Trong trường hợp này, từ mã LDPC có $64800/360 (= 180)$ nhóm.

Khi phương pháp điều biến là 16-QAM, mỗi cột có thể có $64800/4 (= 16200)$ hàng. Trong trường hợp này, vì số lượng nhóm của từ mã LDPC chia cho số lượng cột bằng $180/4 (= 45)$, nên các bit có thể được ghi vào từng cột theo đơn vị nhóm mà không cần phân chia mỗi cột ra thành hai phần. Nghĩa là, các bit có trong 45 nhóm, tức là $45 \times 360 (= 16200)$ bit, có thể được ghi vào từng cột.

Tuy nhiên, khi phương pháp điều biến là 256-QAM, mỗi cột có thể có $64800/8 (= 8100)$ hàng. Trong trường hợp này, vì số lượng nhóm của từ mã LDPC chia cho số lượng cột bằng $180/8 = 22,5$, nên mỗi cột được phân chia ra thành hai phần.

Trong trường hợp này, vì các bit phải được ghi vào phần thứ nhất của từng cột theo đơn vị nhóm, nên phần thứ nhất của mỗi cột có $22 \times 360 (= 7920)$ hàng và 7920 bit có trong 22 nhóm có thể được ghi. Phần thứ hai của mỗi cột có các hàng là các hàng còn lại sau khi trừ hết các hàng của phần thứ nhất ra khỏi toàn bộ các hàng của mỗi cột. Do đó, phần thứ hai của mỗi cột có $8100 - 7920 (= 180)$ hàng, và 180 bit có thể được ghi. Trong trường hợp này, các bit có trong nhóm còn lại không được ghi vào phần thứ nhất sẽ được phân chia và ghi vào phần thứ hai của mỗi cột.

Ví dụ khác, giả sử rằng số lượng cột trong bộ đan xen khối 124 bằng một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, và từ mã LDPC có 16200 bit như được thể hiện trong bảng 60. Trong trường hợp này, từ mã LDPC có $16200/360 (= 45)$ nhóm.

Khi phương pháp điều biến là 64-QAM, mỗi cột có thể có $16200/3 (= 5400)$ hàng.

Trong trường hợp này, vì số lượng nhóm của từ mã LDPC chia cho số lượng cột bằng $45/3 (= 15)$, nên các bit có thể được ghi vào từng cột theo đơn vị nhóm mà không cần phân chia mỗi cột ra thành hai phần. Nghĩa là, các bit có trong 15 nhóm, tức là $15 \times 360 (= 5400)$ bit, có thể được ghi vào từng cột.

Tuy nhiên, khi phương pháp điều biến là 256-QAM, mỗi cột có thể có $16200/4 (= 4050)$ hàng. Trong trường hợp này, vì số lượng nhóm của từ mã LDPC chia cho số lượng cột bằng $45/4 = 11,25$, nên mỗi cột được phân chia ra thành 2 phần.

Trong trường hợp này, vì các bit phải được ghi vào phần thứ nhất của từng cột theo đơn vị nhóm, nên phần thứ nhất của mỗi cột có $11 \times 360 (= 3960)$ hàng và 3960 bit có trong 11 nhóm có thể được ghi. Phần thứ hai của mỗi cột có các hàng là các hàng còn lại sau khi trừ hết các hàng của phần thứ nhất ra khỏi toàn bộ các hàng của mỗi cột. Do đó, phần thứ hai của mỗi cột có $4050 - 3960 (= 90)$ hàng, và 90 bit có thể được ghi. Trong trường hợp này, các bit có trong nhóm còn lại không được ghi vào phần thứ nhất sẽ được phân chia và ghi vào phần thứ hai của mỗi cột.

Bộ đơn xen khối trên Fig.4 theo phương án làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào Fig.11.

Trong từ mã LDPC đã được đơn xen nhóm $(v_0, v_1, \dots, v_{N_{ldpc}-1})$, Y_j được sắp xếp liên tục dưới dạng $V = \{Y_0, Y_1, \dots, Y_{N_{group}-1}\}$.

Từ mã LDPC sau khi đơn xen nhóm có thể được đơn xen bằng bộ đơn xen khối 124 như được thể hiện trên Fig.11. Cụ thể, bit đầu vào v_i được ghi từ phần thứ nhất đến phần thứ hai với thứ tự lần lượt theo hướng cột, và được đọc từ phần thứ nhất đến phần thứ hai với thứ tự lần lượt theo hướng hàng.

Trong trường hợp này, số lượng cột và số lượng hàng của phần thứ nhất và phần thứ hai của bộ đơn xen khối 124 thay đổi theo phương pháp điều biến như được thể hiện trong bảng 61 dưới đây.

Trong đó, tổng của số lượng hàng của phần thứ nhất, N_{r1} , và số lượng hàng của phần thứ hai, N_{r2} , bằng N_{ldpc}/N_c (trong đó, N_c là số lượng cột). Ngoài ra, vì N_{r1} là bội số của 360, nên nhiều nhóm bit có thể được ghi vào phần thứ nhất.

Bảng 61

Chế độ điều biến	Số hàng trong phần 1 N_{r1}		Số hàng trong phần 2 N_{r2}		Số cột N_c
	$N_{ldpc} = 64800$	$N_{ldpc} = 16200$	$N_{ldpc} = 64800$	$N_{ldpc} = 16200$	
16-QAM	16200	3960	0	90	4
64-QAM	10800	2520	0	180	6
256-QAM	7920	1800	180	225	8
1024-QAM	6480	1440	0	180	10

Hoạt động của bộ đan xen khối 124 sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Cụ thể, như được thể hiện trên Fig.11, bit đầu vào v_i ($0 \leq i < N_c \times N_{r1}$) được ghi vào hàng r_i của cột c_i thuộc phần thứ nhất của bộ đan xen khối 124. Trong đó, c_i và r_i lần lượt bằng $c_i = \left\lfloor \frac{i}{N_{r1}} \right\rfloor$ và $r_i = (i \bmod N_{r1})$.

Ngoài ra, bit đầu vào v_i ($N_c \times N_{r1} \leq i < N_{ldpc}$) được ghi vào hàng r_i của cột c_i thuộc phần thứ hai của bộ đan xen khối 124. Trong đó, c_i và r_i lần lượt bằng $c_i = \left\lfloor \frac{(i - N_c \times N_{r1})}{N_{r2}} \right\rfloor$ và $r_i = N_{r1} + \{(i - N_c \times N_{r1}) \bmod N_{r2}\}$.

Bit đầu ra q_j ($0 \leq j < N_{ldpc}$) được đọc từ cột c_j của hàng r_j . Trong đó, r_j và c_j lần lượt bằng $r_j = \left\lfloor \frac{j}{N_c} \right\rfloor$ và $c_j = (j \bmod N_c)$.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800 và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì thứ tự của các bit được xuất ra từ bộ đan xen khối 124 có thể là $(q_0, q_1, q_2, \dots, q_{63357}, q_{63358}, q_{63359}, q_{63360}, q_{63361}, \dots, q_{64799}) = (v_0, v_{7920}, v_{15840}, \dots, v_{47519}, v_{55439}, v_{63359}, v_{63360}, v_{63540}, \dots, v_{64799})$. Trong đó, các chỉ số ở vế bên phải của biểu thức nêu trên có thể được biểu diễn cụ thể cho tám (8) cột dưới dạng 0, 7920, 15840, 23760, 31680, 39600, 47520, 55440, 1, 7921, 15841, 23761, 31681, 39601, 47521, 55441, ..., 7919, 15839, 23759, 31679, 39599, 47519, 55439, 63359, 63360, 63540, 63720, 63900, 64080, 64260, 64440, 64620, ..., 63539, 63719, 63899, 64079, 64259, 64439, 64619, 64799.

Quay lại Fig.1, bộ điều biến 130 ánh xạ từ mã LDPC đã đan xen lên các ký hiệu điều biến. Cụ thể, bộ điều biến 130 có thể phân kênh từ mã LDPC đã đan xen và điều

biến từ mã LDPC đã phân kênh và ánh xạ từ mã này lên chòm điểm.

Trước tiên, bộ điều biến 130 phân kênh từ mã LDPC đã đan xen. Để làm được điều này, bộ điều biến 130 có thể có bộ phân kênh được thể hiện trên Fig.12 hoặc Fig.13 để phân kênh từ mã LDPC đã đan xen.

Bộ phân kênh phân kênh từ mã LDPC đã đan xen. Cụ thể, bộ phân kênh thực hiện bước biến đổi nối tiếp thành song song trên từ mã LDPC đã đan xen, và phân kênh từ mã LDPC đã đan xen thành các ô có một số lượng bit định trước (hoặc ô dữ liệu).

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.12, bộ phân kênh thu từ mã LDPC $Q = (q_0, q_1, q_2, \dots)$ được xuất ra từ bộ đan xen 120, xuất ra các bit từ mã LDPC thu được cho một trong số nhiều dòng con theo thứ tự lần lượt, biến đổi các bit đầu vào của từ mã LDPC thành các ô, và xuất ra các ô này.

Trong đó, số lượng dòng con, $N_{\text{substreams}}$, có thể bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, η_{MOD} , và số lượng bit tạo nên một ô có thể bằng $N_{\text{ldpc}}/\eta_{\text{MOD}}$. η_{MOD} thay đổi tùy theo phương pháp điều biến và số lượng ô được tạo ra thay đổi tùy theo độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC như được thể hiện trong bảng 62 dưới đây:

Bảng 62

Phương pháp điều biến	η_{MOD}	Số ô dữ liệu đầu ra với $N_{\text{ldpc}} = 64800$	Số ô dữ liệu đầu ra với $N_{\text{ldpc}} = 16200$
QPSK	2	32400	8100
16-QAM	4	16200	4050
64-QAM	6	10800	2700
256-QAM	8	8100	2025
1024-QAM	10	6480	1620

Các bit có cùng một chỉ số trong mỗi dòng con có thể tạo nên cùng một ô. Nghĩa là, trên Fig.12, mỗi ô có thể được biểu diễn dưới dạng $(y_{0,0}, y_{1,0}, \dots, y_{\eta_{\text{MOD}}-1,0}), (y_{0,1}, y_{1,1}, \dots, y_{\eta_{\text{MOD}}-1,1})$.

Bộ phân kênh có thể phân kênh các bit đầu vào của từ mã LDPC theo nhiều phương pháp khác nhau. Nghĩa là, bộ phân kênh có thể thay đổi thứ tự của các bit từ mã LDPC và xuất ra các bit cho mỗi dòng con, hoặc có thể xuất ra các bit cho mỗi dòng theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit từ mã LDPC. Các bước thực hiện này có

thể được xác định theo số lượng cột được dùng khi đan xen trong bộ đan xen khối 124.

Cụ thể, nếu bộ đan xen khối 124 có số lượng cột đúng bằng một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, thì bộ phân kênh có thể thay đổi thứ tự của các bit đầu vào của từ mã LDPC và xuất ra các bit cho mỗi dòng con. Ví dụ về phương pháp thay đổi thứ tự được thể hiện trong bảng 63 dưới đây:

Bảng 63

Chế độ điều biến	QPSK											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1										
Chỉ số bit đầu ra	0	1										
Chế độ điều biến	16-QAM											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1	2	3								
Chỉ số bit đầu ra	0	2	1	3								
Chế độ điều biến	64-QAM											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1	2	3	4	5						
Chỉ số bit đầu ra	0	3	1	4	2	5						
Chế độ điều biến	256-QAM											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1	2	3	4	5	6	7				
Chỉ số bit đầu ra	0	4	1	5	2	6	3	7				
Chế độ điều biến	1024-QAM											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Chỉ số bit đầu ra	0	5	1	6	2	7	3	8	4	9		
Chế độ điều biến	4096-QAM											
Chỉ số bit đầu vào $i \bmod N_{\text{substreams}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Chỉ số bit đầu ra	0	6	1	7	2	8	3	9	4	10	5	11

Dựa vào bảng 63, ví dụ, khi phương pháp điều biến là 16-QAM, thì số lượng dòng con bằng bốn (4) vì số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến bằng bốn (4) với phương pháp điều biến 16-QAM. Trong trường hợp này, bộ phân kênh có thể xuất ra, trong số các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt, các bit có chỉ số i thoả mãn hệ thức $i \bmod 4 = 0$ cho dòng

con thứ 0, các bit có chỉ số i thoả mãn hệ thức $i \bmod 4 = 1$ cho dòng con thứ 2, các bit có chỉ số i thoả mãn hệ thức $i \bmod 4 = 2$ cho dòng con thứ 1, và các bit có chỉ số i thoả mãn hệ thức $i \bmod 4 = 3$ cho dòng con thứ 3.

Do đó, các bit từ mã LDPC được nhập vào bộ phân kênh, $(q_0, q_1, q_2, \dots)$, có thể được xuất ra thành các ô có cấu trúc dưới dạng $(y_{0,0}, y_{1,0}, y_{2,0}, y_{3,0}) = (q_0, q_2, q_1, q_3)$, $(y_{0,1}, y_{1,1}, y_{2,1}, y_{3,1}) = (q_4, q_6, q_5, q_7), \dots$

Khi bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng với số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, thì bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào của từ mã LDPC cho mỗi dòng theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit. Nghĩa là, như được thể hiện trên Fig.13, bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào của từ mã LDPC $(q_0, q_1, q_2, \dots)$ cho mỗi dòng con theo thứ tự lần lượt, và do đó, mỗi ô có thể có cấu trúc dưới dạng $(y_{0,0}, y_{1,0}, \dots, y_{\eta \bmod -1,0}) = (q_0, q_1, \dots, q_{\eta \bmod -1})$, $(y_{0,1}, y_{1,1}, \dots, y_{\eta \bmod -1,1}) = (q_{\eta \bmod}, q_{\eta \bmod +1}, \dots, q_{2 \times \eta \bmod -1})$, $\dots$

Trong ví dụ nêu trên, bộ phân kênh xuất ra các bit đầu vào của từ mã LDPC cho mỗi dòng theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit. Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ. Nghĩa là, theo phương án làm ví dụ này, khi bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng với số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, thì bộ phân kênh có thể được loại bỏ.

Bộ điều biến 130 có thể ánh xạ từ mã LDPC đã phân kênh lên các ký hiệu điều biến. Tuy nhiên, khi bộ phân kênh được loại bỏ như đã nêu trên, thì bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit từ mã LDPC được xuất ra từ bộ đan xen 120, tức là các bit của từ mã LDPC đã được đan xen khối, lên các ký hiệu điều biến.

Bộ điều biến 130 có thể điều biến các bit (tức là các ô) được xuất ra từ bộ phân kênh theo các phương pháp điều biến khác nhau như QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM, 4096-QAM, v.v.. Khi phương pháp điều biến là QPSK, 16-QAM, 64-QAM, 256-QAM, 1024-QAM và 4096-QAM, thì số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, $\eta_{\bmod}$ (tức là bậc điều biến), có thể lần lượt bằng 2, 4, 6, 8, 10 và 12.

Trong trường hợp này, vì mỗi ô được xuất ra từ bộ phân kênh có số lượng bit đúng bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, nên bộ điều biến 130 có thể tạo ra ký hiệu

điều biến bằng cách ánh xạ mỗi ô xuất ra từ bộ phân kênh lên một điểm trong chòm điểm theo thứ tự lần lượt. Trong đó, một ký hiệu điều biến tương ứng với một điểm trong chòm điểm.

Tuy nhiên, khi bộ phân kênh được loại bỏ, thì bộ điều biến 130 có thể tạo ra các ký hiệu điều biến bằng cách nhóm một số lượng bit định trước trong số các bit đã đan xen theo thứ tự lần lượt và ánh xạ số lượng bit định trước này lên các điểm trong chòm điểm. Trong trường hợp đó, bộ điều biến 130 có thể tạo ra các ký hiệu điều biến bằng cách sử dụng η_{MOD} bit theo thứ tự lần lượt theo phương pháp điều biến.

Bộ điều biến 130 có thể điều biến bằng cách ánh xạ các ô được xuất ra từ bộ phân kênh lên các điểm trong chòm điểm theo phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều (Uniform Constellation, UC).

Phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều là phương pháp ánh xạ ký hiệu điều biến lên một điểm trong chòm điểm sao cho phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ của một điểm trong chòm điểm có tính đối xứng và ký hiệu điều biến được đặt ở các khoảng cách đều nhau. Do đó, ít nhất hai trong số các ký hiệu điều biến được ánh xạ lên các điểm trong chòm điểm theo phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều có thể có hiệu suất giải điều biến giống nhau.

Ví dụ về phương pháp tạo ra ký hiệu điều biến theo phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế được thể hiện trong các bảng từ bảng 64 đến bảng 71 dưới đây, và ví dụ về trường hợp điều biến chòm điểm đồng đều 64-QAM được thể hiện trên Fig.14.

Bảng 64

$y_{0,q}$	1	0
$\text{Re}(z_q)$	-1	1

Bảng 65

$y_{1,q}$	1	0
$\text{Im}(z_q)$	-1	1

Bảng 66

$y_{0,q}$	1	1	0	0
$y_{2,q}$	0	1	1	0
$\text{Re}(z_q)$	-3	-1	1	3

Bảng 67

$y_{1,q}$	1	1	0	0
$y_{3,q}$	0	1	1	0
$\text{Im}(z_q)$	-3	-1	1	3

Bảng 68

$y_{0,q}$	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{2,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{4,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_q)$	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7

Bảng 69

$y_{1,q}$	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{3,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{5,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_q)$	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7

Bảng 70

$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{4,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{6,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_q)$	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15

Bảng 71

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{5,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{7,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_q)$	-15	-13	-11	-9	-7	-5	-3	-1	1	3	5	7	9	11	13	15

Bảng 64 và bảng 65 được sử dụng để xác định phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ khi bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến QPSK, bảng 66 và bảng 67 được sử dụng để xác định phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ khi bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến 16-QAM, bảng 68 và bảng 69 được sử dụng để xác định phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ khi bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến 64-QAM, và bảng 70 và bảng 71 được sử dụng để xác định phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ khi bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến 256-QAM.

Dựa vào các bảng từ bảng 64 đến bảng 71, hiệu suất (ví dụ độ tin cậy) thay đổi tùy theo trường hợp các bit tạo nên ký hiệu điều biến tương ứng với các bit có giá trị lớn nhất (Most Significant Bit, MSB) hay các bit có giá trị nhỏ nhất (Least Significant Bit, LSB).

Ví dụ, đối với phương pháp điều biến 16-QAM, trong số bốn (4) bit tạo nên ký hiệu điều biến, bit thứ nhất và bit thứ hai lần lượt xác định dấu của phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó, còn bit thứ ba và bit thứ tư xác định độ lớn của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó.

Trong trường hợp này, bit thứ nhất và bit thứ hai để xác định dấu trong số bốn (4) bit tạo nên ký hiệu điều biến có độ tin cậy cao hơn so với bit thứ ba và bit thứ tư để xác định độ lớn.

Ví dụ khác, đối với phương pháp điều biến 64-QAM, trong số sáu (6) bit tạo nên ký hiệu điều biến, bit thứ nhất và bit thứ hai lần lượt xác định dấu của phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó. Ngoài ra, các bit từ bit thứ ba đến bit thứ sáu xác định độ lớn của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó. Trong số các bit này, bit thứ ba và bit thứ tư xác định độ lớn tương đối cao, còn bit thứ năm và bit thứ sáu xác định độ lớn tương đối thấp (ví dụ bit thứ ba xác định độ lớn bằng $(-7, -5)$ và $(-3, -1)$ tương ứng với điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó, và, khi độ lớn bằng $(-7, -5)$ được xác định bằng bit thứ ba, thì bit thứ tư xác định độ lớn bằng -7 và -5 tương ứng với độ lớn của điểm trong chòm điểm).

Trong trường hợp này, bit thứ nhất và bit thứ hai để xác định dấu trong số sáu bit

tạo nên ký hiệu điều biến có độ tin cậy cao nhất, còn bit thứ ba và bit thứ tư để xác định độ lớn tương đối cao có độ tin cậy cao hơn so với bit thứ năm và bit thứ sáu để xác định độ lớn tương đối thấp.

Như đã nêu trên, đối với phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều, các bit tạo nên ký hiệu điều biến có độ tin cậy khác nhau tùy theo các vị trí ánh xạ trong ký hiệu điều biến.

Bộ điều biến 130 có thể điều biến bằng cách ánh xạ các ô được xuất ra từ bộ phân kênh lên các điểm trong chòm điểm theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều (Non-Uniform Constellation, NUC).

Cụ thể, bộ điều biến 130 có thể điều biến các bit được xuất ra từ bộ phân kênh theo các phương pháp điều biến khác nhau như phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 16-QAM, phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM, phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 256-QAM, phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 1024-QAM, phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 4096-QAM, v.v..

Phương pháp tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Trước hết, phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều có các đặc trưng như sau:

Trong phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều, các điểm trong chòm điểm có thể được phân bố không đồng đều khác với các điểm trong chòm điểm theo phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều. Do đó, khi áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều, có thể cải thiện được hiệu suất tính bằng tỷ số tín hiệu/tạp nhiễu (Signal-To-Noise Ratio, SNR) nhỏ hơn một giá trị xác định và có thể đạt được độ tăng ích SNR cao hơn so với phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều.

Ngoài ra, các đặc trưng của chòm điểm có thể được xác định dựa vào một hoặc nhiều thông số như khoảng cách giữa các điểm trong chòm điểm. Vì các điểm trong chòm điểm được phân bố đồng đều theo phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều,

nên số lượng thông số để xác định phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều có thể là một (1). Tuy nhiên, số lượng thông số cần thiết để xác định phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều sẽ lớn hơn và số lượng thông số tăng lên khi chòm điểm (ví dụ số lượng điểm trong chòm điểm) tăng lên.

Đối với phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều, trục-x và trục-y có thể được thiết kế đối xứng với nhau hoặc có thể được thiết kế không đối xứng với nhau. Khi trục-x và trục-y được thiết kế không đối xứng với nhau, có thể đảm bảo đạt được hiệu suất cao hơn, tuy nhiên mức độ phức tạp của phương pháp giải mã có thể tăng lên.

Ví dụ về trường hợp trục-x và trục-y được thiết kế không đối xứng với nhau sẽ được mô tả dưới đây. Trong trường hợp đó, khi một điểm trong chòm điểm nằm ở góc phần tư thứ nhất được xác định, thì vị trí của các điểm trong chòm điểm nằm ở ba góc phần tư còn lại có thể được xác định theo cách như sau. Ví dụ, khi một tập hợp của các điểm trong chòm điểm được xác định đối với góc phần tư thứ nhất là X, thì tập hợp này sẽ là $-\text{conj}(X)$ đối với góc phần tư thứ hai, là $\text{conj}(X)$ đối với góc phần tư thứ ba, và là $-(X)$ đối với góc phần tư thứ tư.

Nghĩa là, khi góc phần tư thứ nhất được xác định, thì các góc phần tư còn lại có thể được biểu diễn như sau:

Góc phần tư 1 (góc phần tư thứ nhất) = X

Góc phần tư 2 (góc phần tư thứ hai) = $-\text{conj}(X)$

Góc phần tư 3 (góc phần tư thứ ba) = $\text{conj}(X)$

Góc phần tư 4 (góc phần tư thứ tư) = $-X$

Cụ thể, khi phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều M-QAM được áp dụng, thì M điểm trong chòm điểm có thể được xác định dưới dạng $Z = \{Z_0, Z_1, \dots, Z_{M-1}\}$. Trong trường hợp đó, khi các điểm trong chòm điểm xuất hiện ở góc phần tư thứ nhất được xác định dưới dạng $\{x_0, x_1, x_2, \dots, x_{M/4-1}\}$, thì Z có thể được xác định như sau:

từ Z_0 đến $Z_{M/4-1}$ = từ x_0 đến $x_{M/4}$

từ $Z_{M/4}$ đến $Z_{2 \times M/4-1}$ = $-\text{conj}(\text{từ } x_0 \text{ đến } x_{M/4})$

từ $Z_{2 \times M/4}$ đến $Z_{3 \times M/4-1}$ = $\text{conj}(\text{từ } x_0 \text{ đến } x_{M/4})$

từ $Z_{3 \times M/4}$ đến $Z_{4 \times M/4-1}$ = $-(\text{từ } x_0 \text{ đến } x_{M/4})$

Do đó, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit $[y_0, \dots, y_{m-1}]$ được xuất ra từ bộ phân kênh lên các điểm trong chòm điểm trong phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều bằng cách ánh xạ các bit đầu ra lên z_L có chỉ số bằng $L = \sum_{i=0}^{m-1} (y_i \times 2^{m-1})$. Ví dụ về chòm điểm trong phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.15 đến Fig.19.

Ví dụ về phương pháp điều biến không đối xứng theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều trong bộ điều biến 130 được thể hiện trong các bảng từ bảng 72 đến bảng 77 dưới đây. Nghĩa là, theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều bằng cách xác định các điểm trong chòm điểm xuất hiện ở góc phần tư thứ nhất và xác định các điểm trong chòm điểm xuất hiện ở các góc phần tư còn lại dựa vào các bảng từ bảng 72 đến bảng 77.

Bảng 72

x/Cấu trúc	R6/15	R7/15	R8/15	R9/15	R10/15	R11/15	R12/15	R13/15
x_0	0,4530+0,2663i	1,2103+0,5026i	0,4819+0,2575i	0,4909+1,2007i	0,2173+0,4189i	0,9583+0,9547i	0,2999+0,2999i	0,9517+0,9511i
x_1	0,2663+0,4530i	0,5014+1,2103i	0,2575+0,4819i	1,2007+0,4909i	0,6578+0,2571i	0,9547+0,2909i	0,9540+0,2999i	0,9524+0,3061i
x_2	1,2092+0,5115i	0,4634+0,2624i	1,2068+0,4951i	0,2476+0,5065i	0,4326+1,1445i	0,2921+0,9583i	0,2999+0,9540i	0,3067+0,9524i
x_3	0,5115+1,2092i	0,2624+0,4627i	0,4951+1,2068i	0,5053+0,2476i	1,2088+0,5659i	0,2909+0,2927i	0,9540+0,9540i	0,3061+0,3067i

Bảng 73

x/Cấu trúc	R64_R6/15	R64_R7/15	R64_R8/15	R64_R9/15	R64_R10/15	R64_R11/15	R64_R12/15	R64_R13/15
x_0	0,4387+1,6023i	0,3352+0,6028i	1,4827+0,2920i	0,3547+0,6149i	1,4388+0,2878i	0,3317+0,6970i	1,0854+0,5394i	0,4108+0,7473i
x_1	1,6023+0,4387i	0,2077+0,6584i	1,2563+0,8411i	0,1581+0,6842i	1,2150+0,8824i	0,1386+0,8824i	0,7353+0,4623i	0,1343+0,5338i
x_2	0,8753+1,0881i	0,1711+0,3028i	1,0211+0,2174i	0,1567+0,2749i	1,0386+0,2219i	0,1323+0,4437i	1,0474+0,1695i	0,1570+0,9240i
x_3	1,0881+0,8753i	0,1556+0,8035i	0,8798+0,5702i	0,1336+0,2700i	0,8494+0,6145i	0,1015+0,1372i	0,7243+0,1504i	0,1230+0,1605i
x_4	0,2202+0,9238i	0,6028+0,3345i	0,2920+1,4827i	0,6177+0,4030i	0,2931+1,4656i	0,5682+0,4500i	1,0693+0,9408i	0,6285+0,4617i
x_5	0,2019+0,7818i	0,6577+0,2084i	0,8410+1,2563i	0,7262+0,1756i	0,8230+1,2278i	0,6739+0,1435i	0,7092+0,8073i	0,3648+0,3966i
x_6	0,3049+0,8454i	0,3021+0,1711i	0,2174+1,0211i	0,3568+0,1756i	0,2069+1,0649i	0,3597+0,3401i	1,4261+0,2216i	0,6907+0,1541i
x_7	0,2653+0,7540i	0,3028+0,1556i	0,5702+0,8798i	0,3771+0,1336i	0,5677+0,8971i	0,3660+0,1204i	0,6106+1,1783i	0,3994+0,1308i
x_8	0,7818+0,2019i	0,5556+0,8922i	0,3040+0,1475i	0,5639+0,8864i	0,4119+0,1177i	0,6004+0,8922i	0,1392+0,4078i	0,7268+0,8208i
x_9	0,9238+0,2202i	0,2352+1,0190i	0,3028+0,1691i	0,1980+1,0277i	0,3998+0,2516i	0,2120+1,2253i	0,4262+0,4205i	1,0463+0,9495i
x_{10}	0,7540+0,2653i	0,8450+1,2619i	0,6855+0,1871i	0,8199+1,2515i	0,7442+0,1559i	0,9594+1,0714i	0,1407+0,1336i	0,1866+1,2733i
x_{11}	0,8454+0,3049i	0,2922+1,4894i	0,6126+0,3563i	0,2854+1,4691i	0,5954+0,4328i	0,5829+1,3995i	0,4265+0,1388i	0,5507+1,1793i
x_{12}	0,2675+0,2479i	0,8929+0,5549i	0,1475+0,3040i	0,8654+0,6058i	0,1166+0,1678i	0,8439+0,5675i	0,1388+0,7057i	0,9283+0,5140i
x_{13}	0,2479+0,2675i	1,0197+0,2359i	0,1691+0,3028i	1,0382+0,2142i	0,1582+0,3325i	0,9769+0,1959i	0,4197+0,7206i	1,2648+0,5826i
x_{14}	0,2890+0,2701i	1,2626+0,8457i	0,1871+0,6855i	1,2362+0,8416i	0,1355+0,7408i	1,2239+0,6760i	0,1682+1,0316i	0,9976+0,1718i
x_{15}	0,2701+0,2890i	1,4894+0,2922i	0,3563+0,6126i	1,4663+0,2973i	0,3227+0,6200i	1,3653+0,2323i	0,2287+1,3914i	1,3412+0,1944i

Bảng 74

x/Cấu trúc	NUC_R6/15	NUC_R7/15	NUC_R8/15	NUC_R9/15	NUC_R10/15	NUC_R11/15	NUC_R12/15	NUC_R13/15
x_0	0,4387+1,6023i	0,3352+0,6028i	1,4827+0,2920i	0,3547+0,6149i	1,4388+0,2878i	0,3317+0,6970i	1,0854+0,5394i	0,8624+1,1715i
x_1	1,6023+0,4387i	0,2077+0,6584i	1,2563+0,8411i	0,1581+0,6842i	1,2150+0,8824i	0,1386+0,8824i	0,7353+0,4623i	1,1184+0,8462i
x_2	0,8753+1,0881i	0,1711+0,3028i	1,0211+0,2174i	0,1567+0,2749i	1,0386+0,2219i	0,1323+0,4437i	1,0474+0,1695i	0,2113+1,3843i
x_3	1,0881+0,8753i	0,1556+0,8035i	0,8798+0,5702i	0,1336+0,2700i	0,8494+0,6145i	0,1015+0,1372i	0,7243+0,1504i	0,7635+0,7707i
x_4	0,2202+0,9238i	0,6028+0,3345i	0,2920+1,4827i	0,6177+0,4030i	0,2931+1,4656i	0,5682+0,4500i	1,0693+0,9408i	1,1796+0,1661i
x_5	0,2019+0,7818i	0,6577+0,2084i	0,8410+1,2563i	0,7262+0,1756i	0,8230+1,2278i	0,6739+0,1435i	0,7092+0,8073i	1,0895+0,4882i
x_6	0,3049+0,8454i	0,3021+0,1711i	0,2174+1,0211i	0,3568+0,1756i	0,2069+1,0649i	0,3597+0,3401i	1,4261+0,2216i	0,8101+0,1492i
x_7	0,2653+0,7540i	0,3028+0,1556i	0,5702+0,8798i	0,3771+0,1336i	0,5677+0,8971i	0,3660+0,1204i	0,6106+1,1783i	0,7482+0,4477i
x_8	0,7818+0,2019i	0,5556+0,8922i	0,3040+0,1475i	0,5639+0,8864i	0,4119+0,1177i	0,6004+0,8922i	0,1392+0,4078i	0,1524+0,9943i
x_9	0,9238+0,2202i	0,2352+1,0190i	0,3028+0,1691i	0,1980+1,0277i	0,3998+0,2516i	0,2120+1,2253i	0,4262+0,4205i	0,1482+0,6877i
x_{10}	0,7540+0,2653i	0,8450+1,2619i	0,6855+0,1871i	0,8199+1,2515i	0,7442+0,1559i	0,9594+1,0714i	0,1407+0,1336i	0,4692+1,0853i
x_{11}	0,8454+0,3049i	0,2922+1,4894i	0,6126+0,3563i	0,2854+1,4691i	0,5954+0,4328i	0,5829+1,3995i	0,4265+0,1388i	0,4492+0,7353i
x_{12}	0,2675+0,2479i	0,8929+0,5549i	0,1475+0,3040i	0,8654+0,6058i	0,1166+0,1678i	0,8439+0,5675i	0,1388+0,7057i	0,1578+0,1319i
x_{13}	0,2479+0,2675i	1,0197+0,2359i	0,1691+0,3028i	1,0382+0,2142i	0,1582+0,3325i	0,9769+0,1959i	0,4197+0,7206i	0,1458+0,4025i
x_{14}	0,2890+0,2701i	1,2626+0,8457i	0,1871+0,6855i	1,2362+0,8416i	0,1355+0,7408i	1,2239+0,6760i	0,1682+1,0316i	0,4763+0,1407i
x_{15}	0,2701+0,2890i	1,4894+0,2922i	0,3563+0,6126i	1,4663+0,2973i	0,3227+0,6200i	1,3653+0,2323i	0,2287+1,3914i	0,4411+0,4267i

Bảng 75

x/Cấu trúc	7/15	13/15
x ₀	0,1543+0,3088i	1,4293+0,2286i
x ₁	0,1719+0,3074i	0,6234+1,1799i
x ₂	0,2021+0,6601i	1,0719+0,9247i
x ₃	0,3396+0,6009i	0,6841+0,8071i
x ₄	0,3080+0,1543i	1,0440+0,1692i
x ₅	0,3069+0,1716i	0,7232+0,1541i
x ₆	0,6607+0,2018i	1,0639+0,5312i
x ₇	0,6011+0,3395i	0,7147+0,4706i
x ₈	0,2936+1,4847i	0,2128+1,4368i
x ₉	0,8412+1,2593i	0,1990+1,0577i
x ₁₀	0,2321+1,0247i	0,1176+0,6586i
x ₁₁	0,5629+0,8926i	0,3691+0,7533i
x ₁₂	1,4850+0,2935i	0,1457+0,1261i
x ₁₃	1,2599+0,8426i	0,4329+0,1380i
x ₁₄	1,0247+0,2320i	0,1424+0,3819i
x ₁₅	0,8925+0,5631i	0,4216+0,4265i

Bảng 76

x/Cấu trúc	R6/15	R7/15	R8/15	R9/15	R10/15	R11/15	R12/15	R13/15
x ₀	0,6800+1,6926i	1,2905+1,3099i	1,0804+1,3788i	1,3231+1,1506i	1,6097+0,1548i	0,3105+0,3382i	1,1014+1,1670i	0,3556+0,3497i
x ₁	0,3911+1,3645i	1,0504+0,9577i	1,0487+0,9862i	0,9851+1,2311i	1,5549+0,4605i	0,4342+0,3360i	0,8557+1,2421i	0,3579+0,4945i
x ₂	0,2191+1,7524i	1,5329+0,8935i	1,6464+0,7428i	1,1439+0,8974i	1,3226+0,1290i	0,3149+0,4829i	1,2957+0,8039i	0,5049+0,3571i
x ₃	0,2274+1,4208i	1,1577+0,8116i	1,3245+0,9414i	0,9343+0,9271i	1,2772+0,3829i	0,4400+0,4807i	1,0881+0,8956i	0,5056+0,5063i
x ₄	0,8678+1,2487i	1,7881+0,2509i	0,7198+1,2427i	1,5398+0,7962i	1,2753+1,0242i	0,1811+0,3375i	0,5795+1,2110i	0,2123+0,3497i
x ₅	0,7275+1,1667i	1,4275+0,1400i	0,8106+1,0040i	0,9092+0,5599i	1,4434+0,7540i	0,0633+0,3404i	0,6637+1,4215i	0,2116+0,4900i
x ₆	0,8747+1,0470i	1,4784+0,5201i	0,5595+1,0317i	1,2222+0,6574i	1,0491+0,8476i	0,1818+0,4851i	0,6930+1,0082i	0,0713+0,3489i
x ₇	0,7930+1,0406i	1,3408+0,4346i	0,6118+0,9722i	0,9579+0,6373i	1,1861+0,6253i	0,0633+0,4815i	0,8849+0,9647i	0,0690+0,4960i
x ₈	0,2098+0,9768i	0,7837+0,5867i	1,6768+0,2002i	0,7748+1,5867i	0,9326+0,0970i	0,3084+0,1971i	1,2063+0,5115i	0,3527+0,2086i
x ₉	0,2241+1,0454i	0,8250+0,6455i	0,9997+0,6844i	0,6876+1,2489i	0,8962+0,2804i	0,4356+0,1993i	1,0059+0,4952i	0,3497+0,0713i
x ₁₀	0,1858+0,9878i	0,8256+0,5601i	1,4212+0,4769i	0,5992+0,9208i	1,1044+0,1102i	0,3098+0,0676i	1,4171+0,5901i	0,4960+0,2123i
x ₁₁	0,1901+1,0659i	0,8777+0,6110i	1,1479+0,6312i	0,6796+0,9743i	1,0648+0,3267i	0,4342+0,0691i	1,0466+0,6935i	0,4974+0,0698i
x ₁₂	0,5547+0,8312i	1,0080+0,1843i	0,6079+0,6566i	0,5836+0,5879i	0,7325+0,6071i	0,1775+0,1985i	0,6639+0,6286i	0,2086+0,2079i
x ₁₃	0,5479+0,8651i	1,0759+0,1721i	0,7284+0,6957i	0,6915+0,5769i	0,8260+0,4559i	0,0640+0,1978i	0,8353+0,5851i	0,2094+0,0690i
x ₁₄	0,6073+0,8182i	1,0056+0,2758i	0,5724+0,7031i	0,5858+0,7058i	0,8744+0,7153i	0,1775+0,0676i	0,6879+0,8022i	0,0676+0,2079i
x ₁₅	0,5955+0,8420i	1,0662+0,2964i	0,6302+0,7259i	0,6868+0,6793i	0,9882+0,5300i	0,0647+0,0669i	0,8634+0,7622i	0,0698+0,0683i
x ₁₆	1,4070+0,1790i	0,8334+1,5554i	0,1457+1,4010i	1,6118+0,1497i	0,1646+1,6407i	0,7455+0,3411i	0,1213+1,4366i	0,3586+0,7959i
x ₁₇	1,7227+0,2900i	0,8165+1,1092i	0,1866+1,7346i	0,9511+0,1140i	0,4867+1,5743i	0,5811+0,3396i	0,1077+1,2098i	0,3571+0,6392i
x ₁₈	1,3246+0,2562i	0,6092+1,2729i	0,1174+1,1035i	1,2970+0,1234i	0,1363+1,3579i	0,7556+0,4669i	0,0651+0,9801i	0,5034+0,8271i
x ₁₉	1,3636+0,3654i	0,6728+1,1456i	0,1095+1,0132i	1,0266+0,1191i	0,4023+1,3026i	0,5862+0,4756i	0,2009+1,0115i	0,5063+0,6600i
x ₂₀	1,3708+1,2834i	0,3061+1,7469i	0,4357+1,3636i	1,5831+0,4496i	1,0542+1,2584i	0,9556+0,3280i	0,3764+1,4264i	0,2146+0,7862i
x ₂₁	1,6701+0,8403i	0,1327+1,4056i	0,5853+1,6820i	0,9328+0,3586i	0,7875+1,4450i	1,1767+0,3091i	0,3237+1,2130i	0,2109+0,6340i

X ₂₂	1,1614+0,7909i	0,3522+1,3414i	0,3439+1,0689i	1,2796+0,3894i	0,8687+1,0407i	0,9673+0,4720i	0,5205+0,9814i	0,0713+0,8093i
X ₂₃	1,2241+0,7367i	0,2273+1,3081i	0,3234+0,9962i	1,0188+0,3447i	0,6502+1,1951i	1,2051+0,5135i	0,3615+1,0163i	0,0698+0,6467i
X ₂₄	0,9769+0,1863i	0,5007+0,8098i	0,1092+0,6174i	0,5940+0,1059i	0,0982+0,9745i	0,7367+0,2015i	0,0715+0,6596i	0,2799+1,0862i
X ₂₅	0,9452+0,2057i	0,5528+0,8347i	0,1074+0,6307i	0,7215+0,1100i	0,2842+0,9344i	0,5811+0,2015i	0,2116+0,6597i	0,2806+1,2755i
X ₂₆	1,0100+0,2182i	0,4843+0,8486i	0,1109+0,6996i	0,5863+0,1138i	0,1142+1,1448i	0,7316+0,0669i	0,0729+0,8131i	0,4328+0,9904i
X ₂₇	0,9795+0,2417i	0,5304+0,8759i	0,1076+0,7345i	0,6909+0,1416i	0,3385+1,0973i	0,5782+0,0669i	0,2158+0,8246i	0,4551+1,1812i
X ₂₈	0,8241+0,4856i	0,1715+0,9147i	0,3291+0,6264i	0,5843+0,3604i	0,6062+0,7465i	0,9062+0,1971i	0,5036+0,6467i	0,2309+0,9414i
X ₂₉	0,8232+0,4837i	0,1540+0,9510i	0,3126+0,6373i	0,6970+0,3592i	0,4607+0,8538i	1,2829+0,1185i	0,3526+0,6572i	0,1077+1,3891i
X ₃₀	0,8799+0,5391i	0,1964+0,9438i	0,3392+0,6999i	0,5808+0,3250i	0,7263+0,8764i	0,9156+0,0735i	0,5185+0,8086i	0,0772+0,9852i
X ₃₁	0,8796+0,5356i	0,1788+0,9832i	0,3202+0,7282i	0,6678+0,3290i	0,5450+1,0067i	1,1011+0,0735i	0,3593+0,8245i	0,0802+1,1753i
X ₃₂	0,1376+0,3342i	0,3752+0,1667i	0,9652+0,1066i	0,1406+1,6182i	0,2655+0,0746i	0,3244+0,8044i	1,2545+0,1010i	0,8301+0,3727i
X ₃₃	0,1383+0,3292i	0,3734+0,1667i	0,9075+0,1666i	0,1272+1,2984i	0,2664+0,0759i	0,4589+0,8218i	1,0676+0,0956i	0,8256+0,5256i
X ₃₄	0,1363+0,3322i	0,3758+0,1661i	0,9724+0,1171i	0,1211+0,9644i	0,4571+0,0852i	0,3207+0,6415i	1,4782+0,1667i	0,6593+0,3668i
X ₃₅	0,1370+0,3273i	0,3746+0,1649i	0,9186+0,1752i	0,1220+1,0393i	0,4516+0,1062i	0,4509+0,6371i	0,8981+0,0882i	0,6623+0,5182i
X ₃₆	0,1655+0,3265i	0,4013+0,1230i	0,6342+0,1372i	0,1124+0,6101i	0,2559+0,1790i	0,1920+0,8196i	0,5518+0,0690i	1,0186+0,3645i
X ₃₇	0,1656+0,3227i	0,4001+0,1230i	0,6550+0,1495i	0,1177+0,6041i	0,2586+0,1772i	0,0633+0,8167i	0,6903+0,0552i	1,0001+0,5242i
X ₃₈	0,1634+0,3246i	0,4037+0,1230i	0,6290+0,1393i	0,1136+0,7455i	0,3592+0,2811i	0,1811+0,6371i	0,5742+0,1987i	1,1857+0,2725i
X ₃₉	0,1636+0,3208i	0,4019+0,1218i	0,6494+0,1504i	0,1185+0,7160i	0,3728+0,2654i	0,0640+0,6415i	0,7374+0,1564i	1,3928+0,3408i
X ₄₀	0,1779+0,6841i	0,6025+0,3934i	1,3127+0,1240i	0,4324+1,5679i	0,7706+0,0922i	0,3331+1,0669i	1,2378+0,3049i	0,8011+0,2227i
X ₄₁	0,1828+0,6845i	0,5946+0,3928i	0,9572+0,4344i	0,3984+1,2825i	0,7407+0,2260i	0,4655+1,0087i	1,0518+0,3032i	0,7981+0,0735i
X ₄₂	0,1745+0,6828i	0,6116+0,3879i	1,2403+0,2631i	0,3766+0,9534i	0,6180+0,0927i	0,3433+1,2865i	1,4584+0,3511i	0,6459+0,2198i
X ₄₃	0,1793+0,6829i	0,6019+0,3837i	1,0254+0,4130i	0,3668+1,0301i	0,6019+0,1658i	0,5004+1,5062i	0,9107+0,2603i	0,6430+0,0713i
X ₄₄	0,3547+0,6009i	0,7377+0,1618i	0,6096+0,4214i	0,3667+0,5995i	0,6007+0,4980i	0,1971+1,0051i	0,6321+0,4729i	0,9681+0,2205i
X ₄₅	0,3593+0,6011i	0,7298+0,1582i	0,6773+0,4284i	0,3328+0,5960i	0,6673+0,3928i	0,0735+1,0298i	0,7880+0,4392i	0,9615+0,0735i
X ₄₆	0,3576+0,5990i	0,7274+0,1782i	0,5995+0,4102i	0,3687+0,7194i	0,4786+0,3935i	0,1498+1,5018i	0,6045+0,3274i	1,3327+0,1039i
X ₄₇	0,3624+0,5994i	0,7165+0,1746i	0,6531+0,4101i	0,3373+0,6964i	0,5176+0,3391i	0,0865+1,2553i	0,7629+0,2965i	1,1359+0,0809i
X ₄₈	0,2697+0,1443i	0,1509+0,2425i	0,1250+0,1153i	0,1065+0,1146i	0,0757+0,1003i	0,7811+0,8080i	0,0596+0,0739i	0,8382+0,8709i
X ₄₉	0,2704+0,1433i	0,1503+0,2400i	0,1252+0,1158i	0,1145+0,1108i	0,0753+0,1004i	0,6167+0,8153i	0,1767+0,0731i	0,8145+0,6934i
X ₅₀	0,2644+0,1442i	0,1515+0,2437i	0,1245+0,1152i	0,1053+0,1274i	0,0777+0,4788i	0,7636+0,6255i	0,0612+0,2198i	0,6645+0,8486i
X ₅₁	0,2650+0,1432i	0,1503+0,2425i	0,1247+0,1156i	0,1134+0,1236i	0,0867+0,4754i	0,6000+0,6327i	0,1815+0,2192i	0,6600+0,6786i
X ₅₂	0,2763+0,1638i	0,1285+0,2388i	0,3768+0,1244i	0,1111+0,3821i	0,1023+0,2243i	0,9898+0,7680i	0,4218+0,0715i	1,1612+0,6949i
X ₅₃	0,2768+0,1626i	0,1279+0,2419i	0,3707+0,1237i	0,1186+0,3867i	0,1010+0,2242i	1,5855+0,1498i	0,2978+0,0725i	0,9785+0,6942i
X ₅₄	0,2715+0,1630i	0,1279+0,2431i	0,3779+0,1260i	0,1080+0,3431i	0,1950+0,3919i	0,9476+0,6175i	0,4337+0,2115i	1,3698+0,6259i
X ₅₅	0,2719+0,1618i	0,1279+0,2406i	0,3717+0,1252i	0,1177+0,3459i	0,1881+0,3969i	1,4625+0,4015i	0,3057+0,2167i	1,2183+0,4841i
X ₅₆	0,6488+0,1696i	0,3394+0,5764i	0,1161+0,3693i	0,3644+0,1080i	0,0930+0,8122i	0,8276+1,0225i	0,0667+0,5124i	0,7989+1,0498i
X ₅₇	0,6462+0,1706i	0,3364+0,5722i	0,1157+0,3645i	0,3262+0,1104i	0,2215+0,7840i	0,6313+1,0364i	0,2008+0,5095i	0,4395+1,4203i
X ₅₈	0,6456+0,1745i	0,3328+0,5758i	0,1176+0,3469i	0,3681+0,1173i	0,0937+0,6514i	0,8815+1,2865i	0,0625+0,3658i	0,6118+1,0246i
X ₅₉	0,6431+0,1753i	0,3303+0,5698i	0,1171+0,3424i	0,3289+0,1196i	0,1540+0,6366i	0,6342+1,2705i	0,1899+0,3642i	0,6303+1,2421i
X ₆₀	0,5854+0,3186i	0,1491+0,6316i	0,3530+0,3899i	0,3665+0,3758i	0,4810+0,6306i	1,0422+0,9593i	0,4818+0,4946i	1,0550+0,8924i
X ₆₁	0,5862+0,3167i	0,1461+0,6280i	0,3422+0,3808i	0,3310+0,3795i	0,3856+0,7037i	1,2749+0,8538i	0,3380+0,5050i	0,8612+1,2800i
X ₆₂	0,5864+0,3275i	0,1509+0,6280i	0,3614+0,3755i	0,3672+0,3353i	0,3527+0,5230i	1,1556+1,1847i	0,4571+0,3499i	1,2696+0,8969i
X ₆₃	0,5873+0,3254i	0,1473+0,6225i	0,3509+0,3656i	0,3336+0,3402i	0,3100+0,5559i	1,4771+0,6742i	0,3216+0,3599i	1,0342+1,1181i

Bảng 77

CR 6/15		CR 8/15		CR 10/15		CR 12/15	
Nhân (số nguyên)	Chòm điểm	Nhân (số nguyên)	Chòm điểm	Nhân (số nguyên)	Chòm điểm	Nhân (số nguyên)	Chòm điểm
0	0,6800+1,6926i	0	1,0804+1,3788i	0	1,6097+0,1548i	0	1,1980+1,1541i
1	0,3911+1,3645i	1	1,0487+0,9862i	1	1,5549+0,4605i	1	0,9192+1,2082i
2	0,2191+1,7524i	2	1,6464+0,7428i	2	1,3226+0,1290i	2	1,2778+0,8523i
3	0,2274+1,4208i	3	1,3245+0,9414i	3	1,2772+0,3829i	3	1,0390+0,9253i
4	0,8678+1,2487i	4	0,7198+1,2427i	4	1,2753+1,0242i	4	0,6057+1,2200i
5	0,7275+1,1667i	5	0,8106+1,0040i	5	1,4434+0,7540i	5	0,7371+1,4217i
6	0,8747+1,0470i	6	0,5595+1,0317i	6	1,0491+0,8476i	6	0,6678+1,0021i
7	0,7930+1,0406i	7	0,6188+0,9722i	7	1,1861+0,6253i	7	0,8412+0,9448i
8	0,2098+0,9768i	8	1,6768+0,2202i	8	0,9326+0,0970i	8	1,1228+0,5373i
9	0,2241+1,0454i	9	0,9997+0,6844i	9	0,8962+0,2804i	9	1,0048+0,5165i
10	0,1858+0,9878i	10	1,4212+0,4769i	10	1,1044+0,1102i	10	1,4321+0,6343i
11	0,1901+1,0659i	11	1,1479+0,6312i	11	1,0648+0,3267i	11	1,0245+0,7152i
12	0,5547+0,8312i	12	0,6079+0,6566i	12	0,7325+0,6071i	12	0,6384+0,6073i
13	0,5479+0,8651i	13	0,7284+0,6957i	13	0,8260+0,4559i	13	0,8175+0,5684i
14	0,6073+0,8182i	14	0,5724+0,7031i	14	0,8744+0,7153i	14	0,6568+0,7801i
15	0,5955+0,8420i	15	0,6302+0,7259i	15	0,9882+0,5300i	15	0,8311+0,7459i
16	1,4070+0,1790i	16	0,1457+1,4010i	16	0,1646+1,6407i	16	0,1349+1,4742i
17	1,7227+0,2900i	17	0,1866+1,7346i	17	0,4867+1,5743i	17	0,1105+1,2309i
18	1,3246+0,2562i	18	0,1174+1,1035i	18	0,1363+1,3579i	18	0,0634+0,9796i
19	1,3636+0,3654i	19	0,1095+1,0132i	19	0,4023+1,3026i	19	0,1891+1,0198i
20	1,3708+1,2834i	20	0,4357+1,3636i	20	1,0542+1,2584i	20	0,4142+1,4461i
21	1,6701+0,8403i	21	0,5853+1,6820i	21	0,7875+1,4450i	21	0,3323+1,2279i
22	1,1614+0,7909i	22	0,3439+1,0689i	22	0,8687+1,0407i	22	0,4998+0,9827i
23	1,2241+0,7367i	23	0,3234+0,9962i	23	0,6502+1,1951i	23	0,3467+1,0202i
24	0,9769+0,1863i	24	0,1092+0,6174i	24	0,0982+0,9745i	24	0,0680+0,6501i
25	0,9452+0,2057i	25	0,1074+0,6307i	25	0,2842+0,9344i	25	0,2016+0,6464i
26	1,0100+0,2182i	26	0,1109+0,6996i	26	0,1142+1,1448i	26	0,0719+0,8075i
27	0,9795+0,2417i	27	0,1076+0,7645i	27	0,3385+1,0973i	27	0,2088+0,8146i
28	0,8241+0,4856i	28	0,3291+0,6264i	28	0,6062+0,7465i	28	0,4809+0,6296i
29	0,8232+0,4837i	29	0,3126+0,6373i	29	0,4607+0,8538i	29	0,3374+0,6412i
30	0,8799+0,5391i	30	0,3392+0,6999i	30	0,7263+0,8764i	30	0,4955+0,8008i
31	0,8796+0,5356i	31	0,3202+0,7282i	31	0,5450+1,0067i	31	0,3431+0,8141i
32	0,1376+0,3342i	32	0,9652+0,1066i	32	0,2655+0,0746i	32	1,2731+0,1108i
33	0,1383+0,3292i	33	0,9075+0,1666i	33	0,2664+0,0759i	33	1,0794+0,0977i
34	0,1363+0,3322i	34	0,9724+0,1171i	34	0,4571+0,0852i	34	1,5126+0,1256i
35	0,1370+0,3273i	35	0,9186+0,1752i	35	0,4516+0,1062i	35	0,9029+0,0853i
36	0,1655+0,3265i	36	0,6342+0,1372i	36	0,2559+0,1790i	36	0,5429+0,0694i
37	0,1656+0,3227i	37	0,6550+0,1495i	37	0,2586+0,1772i	37	0,6795+0,0559i
38	0,1634+0,3246i	38	0,6290+0,1393i	38	0,3592+0,2811i	38	0,5628+0,1945i
39	0,1636+0,3208i	39	0,6494+0,1504i	39	0,3728+0,2654i	39	0,7326+0,1410i
40	0,1779+0,6841i	40	1,3127+0,1240i	40	0,7706+0,0922i	40	1,2283+0,3217i
41	0,1828+0,6845i	41	0,9572+0,4344i	41	0,7407+0,2260i	41	1,0269+0,3261i

42	0,1745+0,6828i	42	1,2403+0,2631i	42	0,6180+0,0927i	42	1,4663+0,3716i
43	0,1793+0,6829i	43	1,0254+0,4130i	43	0,6019+0,1658i	43	0,9085+0,2470i
44	0,3547+0,6009i	44	0,6096+0,4214i	44	0,6007+0,4980i	44	0,6160+0,4549i
45	0,3593+0,6011i	45	0,6773+0,4284i	45	0,6673+0,3928i	45	0,7818+0,4247i
46	0,3576+0,5990i	46	0,5595+0,4102i	46	0,4786+0,3935i	46	0,5938+0,3170i
47	0,3624+0,5994i	47	0,6531+0,4101i	47	0,5176+0,3391i	47	0,7600+0,2850i
48	0,2697+0,1443i	48	0,1250+0,1153i	48	0,0757+0,1003i	48	0,0595+0,0707i
49	0,2704+0,1433i	49	0,1252+0,1158i	49	0,0753+0,1004i	49	0,1722+0,0706i
50	0,2644+0,1442i	50	0,1245+0,1152i	50	0,0777+0,4788i	50	0,0599+0,2119i
51	0,2650+0,1432i	51	0,1247+0,1156i	51	0,0867+0,4754i	51	0,1748+0,2114i
52	0,2763+0,1638i	52	0,3768+0,1244i	52	0,1023+0,2243i	52	0,4134+0,0701i
53	0,2768+0,1626i	53	0,3707+0,1237i	53	0,1010+0,2242i	53	0,2935+0,0705i
54	0,2715+0,1630i	54	0,3779+0,1260i	54	0,1950+0,3919i	54	0,4231+0,2066i
55	0,2719+0,1618i	55	0,3717+0,1252i	55	0,1881+0,3969i	55	0,2979+0,2100i
56	0,6488+0,1696i	56	0,1161+0,3693i	56	0,0930+0,8122i	56	0,0638+0,5002i
57	0,6462+0,1706i	57	0,1157+0,3645i	57	0,2215+0,7840i	57	0,1905+0,4966i
58	0,6456+0,1745i	58	0,1176+0,3469i	58	0,0937+0,6514i	58	0,0612+0,3552i
59	0,6431+0,1753i	59	0,1171+0,3424i	59	0,1540+0,6366i	59	0,1810+0,3533i
60	0,5854+0,3186i	60	0,3530+0,3899i	60	0,4810+0,6306i	60	0,4630+0,4764i
61	0,5862+0,3167i	61	0,3422+0,3808i	61	0,3856+0,7307i	61	0,3231+0,4895i
62	0,5864+0,3275i	62	0,3614+0,3755i	62	0,3527+0,5230i	62	0,4416+0,3397i
63	0,5873+0,3254i	63	0,3509+0,3656i	63	0,3100+0,5559i	63	0,3083+0,3490i

Bảng 72 thể hiện phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 16-QAM, các bảng từ bảng 73 đến bảng 75 thể hiện phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM, và bảng 76 và bảng 77 thể hiện phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 256-QAM, và các phương pháp ánh xạ khác nhau có thể được áp dụng theo tỷ lệ mã.

Mặt khác, khi chòm điểm không đồng đều được thiết kế có trục-x và trục-y đối xứng với nhau, thì các điểm trong chòm điểm có thể được biểu diễn tương tự như các điểm trong chòm điểm theo phương pháp điều biến đồng đều QAM và ví dụ như được thể hiện trong các bảng từ bảng 78 đến bảng 81 dưới đây:

Bảng 78

$y_{0,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{2,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{4,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_q)$	$-x_{15}$	$-x_{14}$	$-x_{13}$	$-x_{12}$	$-x_{11}$	$-x_{10}$	$-x_9$	$-x_8$	$-x_7$	$-x_6$	$-x_5$	$-x_4$	$-x_3$	$-x_2$	$-x_1$	-1
$y_{0,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{2,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{4,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{6,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{8,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Re}(z_q)$	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}

Bảng 79

$y_{1,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{3,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
$y_{5,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_q)$	$-x_{15}$	$-x_{14}$	$-x_{13}$	$-x_{12}$	$-x_{11}$	$-x_{10}$	$-x_9$	$-x_8$	$-x_7$	$-x_6$	$-x_5$	$-x_4$	$-x_3$	$-x_2$	$-x_1$	-1
$y_{1,q}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{3,q}$	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
$y_{5,q}$	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
$y_{7,q}$	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
$y_{9,q}$	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0
$\text{Im}(z_q)$	1	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8	x_9	x_{10}	x_{11}	x_{12}	x_{13}	x_{14}	x_{15}

Bảng 80

x/Cấu trúc	R6/15	R7/15	R8/15	R9/15	R10/15	R11/15	R12/15	R13/15
x_1	1,0003	1	1,0005	1	1,0772	1,16666667	2,5983	2,85714286
x_2	1,0149	1,04	2,0897	2,78571429	2,8011	3,08333333	4,5193	4,85714286
x_3	1,0158	1,04	2,0888	2,78571429	2,9634	3,33333333	6,1649	6,85714286
x_4	2,6848	3	3,995	4,85714286	4,8127	5,16666667	8,2107	8,85714286
x_5	2,6903	3,04	3,9931	4,85714286	5,1864	5,75	9,9594	11
x_6	2,882	3,28	5,3843	6,85714286	6,7838	7,41666667	12,0321	13,2857143
x_7	2,8747	3,32	5,3894	6,85714286	7,5029	8,5	13,9574	15,7142857
x_8	4,7815	5,24	7,5206	9,14285714	9,238	10,08333333	16,2598	18,1428571
x_9	4,7619	5,32	7,6013	9,28571429	10,32	11,58333333	18,4269	20,7142857
x_{10}	5,5779	6,04	9,3371	11,5714286	12,0115	13,33333333	20,9273	23,4285714

x ₁₁	5,6434	6,28	9,8429	12,2142857	13,5356	15,25	23,4863	26,2857143
x ₁₂	7,3854	8,24	11,9255	14,6428571	15,6099	17,3333333	26,4823	29,2857143
x ₁₃	7,8797	8,84	13,3962	16,4285714	17,7524	19,75	29,7085	32,4285714
x ₁₄	9,635	11,04	15,8981	19,4285714	20,5256	22,4166667	33,6247	35,7142857
x ₁₅	11,7874	13,68	19,1591	23,2857143	24,1254	25,5833333	38,5854	39,4285714

Bảng 81

x/Cấu trúc	9/15	11/15	13/15
x ₀	1	1,275375	2,968204
x ₁	2,753668	3,224572	4,986168
x ₂	2,754654	3,680802	6,996148
x ₃	4,810415	5,509975	9,073992
x ₄	4,814368	6,346779	11,17465
x ₅	6,797569	8,066609	13,35998
x ₆	6,812391	9,353538	15,60908
x ₇	9,044328	11,04938	17,97794
x ₈	9,195366	12,69977	20,46238
x ₉	11,42332	14,55533	23,10439
x ₁₀	12,08725	16,56972	25,93383
x ₁₁	14,46334	18,82535	28,98772
x ₁₂	16,26146	21,364	32,30698
x ₁₃	19,19229	24,26295	36,0013
x ₁₄	22,97401	27,70588	40,26307

Bảng 78 và bảng 79 là các bảng để xác định phần thực $\text{Re}(z_q)$ và phần ảo $\text{Im}(z_q)$ khi bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 1024-QAM. Nghĩa là, bảng 78 thể hiện phần thực của kết quả điều biến 1024-QAM, còn bảng 79 thể hiện phần ảo của kết quả điều biến 1024-QAM. Ngoài ra, bảng 80 và bảng 81 thể hiện ví dụ cho trường hợp bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 1024-QAM, và thể hiện các giá trị x_i trong bảng 78 và bảng 79.

Vì phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều không ánh xạ đối xứng ký hiệu điều biến lên các điểm trong chòm điểm như được thể hiện trong các bảng từ bảng 72 đến bảng 77, nên các ký hiệu điều biến được ánh xạ lên các điểm trong chòm điểm có thể có hiệu suất giải mã khác nhau. Nghĩa là, các bit tạo nên ký hiệu điều biến có thể có hiệu suất khác nhau.

Ví dụ, dựa vào Fig.15 thể hiện ví dụ cho trường hợp bước điều biến được thực hiện theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM, ký hiệu điều biến 10

có thể có cấu trúc dưới dạng $(y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5) = (0, 0, 1, 0, 1, 0)$, và hiệu suất (ví dụ độ tin cậy) của các bit tạo nên ký hiệu điều biến 10 có thể tuân theo hệ thức như sau: $C(y_0) > C(y_1) > C(y_2) > C(y_3) > C(y_4) > C(y_5)$.

Ngoài ra, rõ ràng là chòm điểm trong phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều và phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều có thể được xoay và/hoặc điều chỉnh tỷ lệ (trong đó, hệ số tỷ lệ giống nhau hoặc khác nhau có thể được áp dụng cho trục thực và trục ảo), và các phương án cải biến khác có thể được áp dụng. Ngoài ra, chòm điểm được thể hiện trên hình vẽ biểu thị các vị trí tương ứng của các điểm trong chòm điểm và một chòm điểm khác có thể được tìm ra bằng cách xoay, điều chỉnh tỷ lệ và/hoặc biến đổi phù hợp khác.

Như đã nêu trên, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các ký hiệu điều biến lên các điểm trong chòm điểm bằng cách áp dụng các phương pháp điều biến chòm điểm đồng đều và các phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều. Trong trường hợp đó, các bit tạo nên ký hiệu điều biến có thể có hiệu suất khác nhau như đã nêu trên.

Các bit từ mã LDPC có thể có các đặc trưng từ mã khác nhau tùy theo cấu trúc của ma trận kiểm tra chẵn lẻ. Nghĩa là, các bit từ mã LDPC có thể có các đặc trưng từ mã khác nhau tùy theo số lượng giá trị 1 có trong các cột của ma trận kiểm tra chẵn lẻ, tức là bậc của cột.

Do đó, bộ đan xen 120 có thể đan xen để ánh xạ các bit từ mã LDPC lên các ký hiệu điều biến bằng cách xem xét cả đặc trưng từ mã của các bit từ mã LDPC và độ tin cậy của các bit tạo nên ký hiệu điều biến.

Cụ thể, vì các bit tạo nên ký hiệu điều biến có hiệu suất khác nhau khi phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều QAM được áp dụng, nên bộ đan xen khối 124 thiết lập số lượng cột đúng bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến sao cho một trong số các nhóm của từ mã LDPC có thể được ánh xạ lên các bit ở cùng một vị trí trong mỗi ký hiệu điều biến.

Nghĩa là, khi các bit từ mã LDPC có hiệu suất giải mã cao được ánh xạ lên các bit có độ tin cậy cao trong số các bit của mỗi ký hiệu điều biến, thì phía thiết bị thu tín hiệu có thể đạt được hiệu suất giải mã cao, nhưng có vấn đề xảy ra là không thu được các bit

từ mã LDPC có hiệu suất giải mã cao. Ngoài ra, khi các bit từ mã LDPC có hiệu suất giải mã cao được ánh xạ lên các bit có độ tin cậy thấp trong số các bit của ký hiệu điều biến, thì sẽ đạt được hiệu suất thu nhận rất cao, và do đó, cũng sẽ đạt được hiệu suất chung rất cao. Tuy nhiên, khi thu được nhiều bit có hiệu suất giải mã thấp, có thể xảy ra tình trạng lan truyền lỗi.

Do đó, khi các bit từ mã LDPC được ánh xạ lên các ký hiệu điều biến, thì bit từ mã LDPC có đặc trưng từ mã xác định được ánh xạ lên một bit xác định của ký hiệu điều biến bằng cách xem xét đến cả các đặc trưng từ mã của các bit từ mã LDPC và độ tin cậy của các bit trong ký hiệu điều biến, và bit đó được truyền đến phía thiết bị thu tín hiệu. Do đó, phía thiết bị thu tín hiệu có thể vừa đạt được hiệu suất thu nhận cao lại vừa đạt được hiệu suất giải mã cao.

Trong trường hợp này, vì từ mã LDPC được phân chia ra thành các nhóm, mỗi nhóm có M ($= 360$) bit có đặc trưng từ mã giống nhau và các bit này được ánh xạ tương ứng lên một bit ở một vị trí xác định trên mỗi ký hiệu điều biến theo đơn vị nhóm, nên các bit có đặc trưng từ mã xác định có thể được ánh xạ vào một vị trí xác định trên mỗi ký hiệu điều biến theo cách có hiệu quả hơn. Ngoài ra, như đã nêu trên, số lượng bit tạo nên một nhóm có thể là một ước số của M . Tuy nhiên, vì để cho dễ hiểu cho nên trong sáng chế sẽ chỉ mô tả trường hợp số lượng bit từ mã tạo nên một nhóm bằng M .

Nghĩa là, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit có trong nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC lên một bit định trước của mỗi ký hiệu điều biến. Trong đó, mỗi nhóm có thể có M ($= 360$) bit.

Ví dụ, đối với phương pháp điều biến 16-QAM, các bit có trong nhóm định trước trong số các nhóm có thể được ánh xạ lên bit thứ nhất của mỗi ký hiệu điều biến, hoặc có thể được ánh xạ lên bit thứ nhất và bit thứ hai của mỗi ký hiệu điều biến.

Bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit có trong nhóm định trước trong số các nhóm lên một bit định trước của mỗi ký hiệu điều biến vì những lý do như sau.

Như đã nêu trên, bộ đan xen khối 124 đan xen các nhóm của từ mã LDPC theo đơn vị nhóm, bộ phân kênh phân kênh các bit được xuất ra từ bộ đan xen khối 124, và bộ điều biến 130 ánh xạ các bit phân kênh (tức là các ô) lên các ký hiệu điều biến theo thứ tự lần

lượt.

Do đó, bộ đan xen nhóm 122, đặt ở trước bộ đan xen khối 124, đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ lên các bit ở các vị trí cụ thể trong ký hiệu điều biến có thể được ghi vào cùng một cột bằng bộ đan xen khối 124, có xem xét đến sự phân kênh của bộ phân kênh.

Cụ thể, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự các nhóm của từ mã LDPC theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ vào cùng một vị trí trong các ký hiệu điều biến khác nhau được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên tiếp với nhau, nhờ đó cho phép bộ đan xen khối 122 ghi nhóm định trước vào một cột định trước. Nghĩa là, bộ đan xen nhóm 122 đan xen các nhóm của từ mã LDPC theo đơn vị nhóm dựa vào các bảng từ bảng 27 đến bảng 56 nêu trên, sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ vào cùng một vị trí trong mỗi ký hiệu điều biến được sắp xếp liên tiếp với nhau, và bộ đan xen khối 124 đan xen bằng cách ghi các nhóm liên tiếp vào cùng một cột.

Do đó, bộ điều biến 130 có thể tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách ánh xạ bit được xuất ra từ một cột định trước của bộ đan xen khối 124 lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến. Trong trường hợp này, các bit có trong một nhóm có thể được ánh xạ lên một bit của mỗi ký hiệu điều biến hoặc có thể được ánh xạ lên hai bit của mỗi ký hiệu điều biến.

Cụ thể là, trường hợp từ mã LDPC có độ dài bằng 16200 được điều biến theo phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM sẽ được mô tả dưới đây.

Bộ đan xen nhóm 122 phân chia từ mã LDPC ra thành $16200/360 (= 45)$ nhóm, và đan xen các nhóm theo đơn vị nhóm.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 xác định số lượng nhóm được ghi vào từng cột trong bộ đan xen khối 124 dựa vào số lượng cột trong bộ đan xen khối 124, và đan xen các nhóm theo đơn vị nhóm dựa vào số lượng nhóm đã xác định.

Trong đó, các nhóm được ghi vào cùng một cột trong bộ đan xen khối 124 có thể được ánh xạ lên một bit xác định hoặc hai bit xác định trong số các bit tạo nên mỗi ký hiệu điều biến theo số lượng cột trong bộ đan xen khối 124. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 đan xen các nhóm theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ lên bit

định trước của mỗi ký hiệu điều biến liên kề với nhau và được sắp xếp theo thứ tự lần lượt, có xét đến đặc trưng bit của ký hiệu điều biến. Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể sử dụng các bảng từ bảng 27 đến bảng 56 nêu trên.

Do đó, các nhóm liên kề với nhau trong từ mã LDPC đã được đan xen theo đơn vị nhóm có thể được ghi vào cùng một cột bằng bộ đan xen khối 124, và các bit được ghi vào cùng một cột có thể được ánh xạ lên một bit xác định hoặc hai bit xác định của mỗi ký hiệu điều biến bằng bộ điều biến 130.

Ví dụ, giả sử rằng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột đúng bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, tức là sáu (6) cột. Trong trường hợp đó, mỗi cột trong bộ đan xen khối 124 có thể được phân chia ra thành phần thứ nhất có 2520 hàng và phần thứ hai có 180 hàng, như được thể hiện trong bảng 58 hoặc bảng 61.

Do đó, bộ đan xen nhóm 122 thực hiện bước đan xen nhóm sao cho $2520/360$ ($= 7$) nhóm được ghi vào phần thứ nhất của mỗi cột bằng bộ đan xen khối 124 trong số các nhóm được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên kề với nhau. Do đó, bộ đan xen khối 124 ghi bảy (7) nhóm vào phần thứ nhất của mỗi cột và phân chia các bit có trong ba (3) nhóm còn lại và ghi các bit này vào phần thứ hai của mỗi cột.

Sau đó, bộ đan xen khối 124 đọc các bit được ghi trong mỗi hàng thuộc phần thứ nhất của các cột theo hướng hàng, và đọc các bit được ghi trong mỗi hàng thuộc phần thứ hai của các cột theo hướng hàng.

Nghĩa là, bộ đan xen khối 124 có thể xuất ra các bit được ghi trong mỗi hàng của các cột này, từ bit được ghi trong hàng thứ nhất của cột thứ nhất đến bit được ghi trong hàng thứ nhất của cột thứ sáu, theo thứ tự lần lượt là $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}, \dots)$.

Trong trường hợp như vậy, nếu bộ phân kênh không được sử dụng hoặc nếu bộ phân kênh xuất ra các bit theo thứ tự lần lượt giống như khi các bit được nhập vào bộ phân kênh mà không cần thay đổi thứ tự của các bit, thì các bit từ mã LDPC được xuất ra từ bộ đan xen khối 124, $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5), (q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}), \dots$, được điều biến bằng bộ điều biến 130. Nghĩa là, các bit từ mã LDPC được xuất ra từ bộ đan xen khối 124, $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5), (q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}), \dots$, tạo ra các ô $(y_{0,0}, y_{1,0}, \dots, y_{5,0})$,

$(y_{0,1}, y_{1,1}, \dots, y_{5,1}), \dots$, và bộ điều biến 130 tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách ánh xạ các ô này lên các điểm trong chòm điểm.

Do đó, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit được xuất ra từ cùng một cột trong bộ đan xen khối 124 lên một bit xác định trong số các bit tạo nên mỗi ký hiệu điều biến. Ví dụ, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit có trong nhóm được ghi vào cột thứ nhất của bộ đan xen khối 124, tức là $(q_0, q_6, \dots)$, lên bit thứ nhất của mỗi ký hiệu điều biến, và đồng thời, tất cả các bit được ghi vào cột thứ nhất có thể là các bit được xác định là sẽ được ánh xạ lên bit thứ nhất của mỗi ký hiệu điều biến theo đặc trưng từ mã của các bit từ mã LDPC và độ tin cậy của các bit tạo nên ký hiệu điều biến.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể đan xen các nhóm của từ mã LDPC theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ lên một bit duy nhất ở một vị trí xác định trong mỗi ký hiệu điều biến được ghi vào cột xác định của bộ đan xen khối 124.

Mặt khác, giả sử rằng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột đúng bằng một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, tức là ba (3) cột. Trong trường hợp này, mỗi cột trong bộ đan xen khối 124 không được phân chia ra thành các phần như được thể hiện trong bảng 60 và 5400 bit được ghi vào từng cột.

Do đó, bộ đan xen nhóm 122 thực hiện bước đan xen nhóm sao cho $5400/360 (= 15)$ nhóm được ghi vào từng cột trong bộ đan xen khối 124 trong số các nhóm được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên kề với nhau. Do đó, bộ đan xen khối 124 ghi 15 nhóm này vào từng cột.

Sau đó, bộ đan xen khối 124 có thể đọc các bit được ghi vào từng hàng của các cột này theo hướng hàng.

Nghĩa là, bộ đan xen khối 124 có thể xuất ra các bit được ghi trong từng hàng của các cột này, từ bit được ghi trong hàng thứ nhất của cột thứ nhất đến bit được ghi trong hàng thứ nhất của cột thứ ba, theo thứ tự lần lượt là $(q_0, q_1, q_2, q_3, q_4, q_5, q_6, q_7, q_8, q_9, q_{10}, q_{11}, \dots)$.

Trong trường hợp này, bộ phân kênh phân kênh các bit từ mã LDPC được xuất ra từ bộ đan xen khối 124 dựa vào bảng 63 nêu trên, và xuất ra các ô dưới dạng

$(y_{0,0}, y_{1,0}, \dots, y_{5,0}) = (q_0, q_2, q_4, q_1, q_3, q_5)$, $(y_{0,1}, y_{1,1}, \dots, y_{5,1}) = (q_6, q_8, q_{10}, q_7, q_9, q_{11})$, ..., và bộ điều biến 130 tạo ra ký hiệu điều biến bằng cách ánh xạ các ô này lên các điểm trong chòm điểm.

Do đó, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit được xuất ra từ cùng một cột trong bộ đan xen khối 124 lên hai bit xác định của mỗi ký hiệu điều biến. Ví dụ, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ $(q_0, q_6, \dots)$ trong số các bit $(q_0, q_3, q_6, q_9, \dots)$ có trong nhóm được ghi vào cột thứ nhất trong bộ đan xen khối 124 lên bit thứ nhất của mỗi ký hiệu điều biến, và có thể ánh xạ $(q_3, q_9, \dots)$ lên bit thứ năm của mỗi ký hiệu điều biến. Các bit được ghi vào cột thứ nhất là các bit được xác định là sẽ được ánh xạ lên bit thứ nhất và bit thứ năm của mỗi ký hiệu điều biến theo đặc trưng từ mã của các bit từ mã LDPC và độ tin cậy của các bit tạo nên ký hiệu điều biến. Trong đó, bit thứ nhất của ký hiệu điều biến là bit để xác định dấu của phần thực $\text{Re}(z_q)$ của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó, và bit thứ năm của ký hiệu điều biến là bit để xác định độ lớn tương đối thấp của điểm trong chòm điểm mà ký hiệu điều biến được ánh xạ lên đó.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể đan xen các nhóm của từ mã LDPC theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ lên hai bit ở các vị trí xác định trong ký hiệu điều biến được ghi vào một cột xác định trong bộ đan xen khối 124.

Các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Trước tiên, theo phương án làm ví dụ thứ nhất, giả sử rằng bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC ở tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15 và tạo ra từ mã LDPC có 16200 bit ($N_{\text{ldpc}} = 16200$), và bộ điều biến 130 áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 16-QAM tương ứng với tỷ lệ mã dựa vào bảng 72.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên và bảng 82 dưới đây:

Bảng 82

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	7	17	33	31	26	10	32	41	28	8	24	42	20	9	35	43	22	12	38	3	5	14	37
12/15, 13/15	40	19	16	27	39	25	4	21	1	23	18	36	0	6	11	34	2	29	15	30	13	44	

Bảng 82 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 11 và giống như bảng 27 nêu trên.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 nêu trên và bảng 83 dưới đây:

Bảng 83

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	35	31	39	19	29	20	36	0	9	13	5	37	17	43	21	41	25	1	33	24	12	30	16
12/15, 13/15	32	10	28	4	26	8	40	42	3	6	2	38	14	34	22	18	27	23	7	11	15	44	

Bảng 83 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 12 và giống như bảng 42 nêu trên.

Theo phương án này, kết quả của bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 và bảng 82 và kết quả của bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 và bảng 83 giống nhau. Sở dĩ như vậy là vì biểu thức 11 và biểu thức 12 có quan hệ ngược nhau, và bảng 82 và bảng 83 có quan hệ ngược nhau. Điều này được áp dụng cho các phương án làm ví dụ sẽ được mô tả dưới đây.

Trong các trường hợp như vậy, có thể sử dụng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng bốn (4), số lượng hàng của phần thứ nhất bằng 3960 ($= 360 \times 11$), và số lượng hàng của phần thứ hai bằng 180 dựa vào bảng 57 hoặc bảng 61.

Do đó, 11 nhóm ($X_7, X_{17}, X_{33}, X_{31}, X_{26}, X_{10}, X_{32}, X_{41}, X_{28}, X_8, X_{24}$) tạo nên từ mã LDPC được nhập vào phần thứ nhất của cột thứ nhất trong bộ đan xen khối 124, 11 nhóm ($X_{42}, X_{20}, X_9, X_{35}, X_{43}, X_{22}, X_{12}, X_{38}, X_3, X_5, X_{14}$) được nhập vào phần thứ nhất của cột thứ hai trong bộ đan xen khối 124, 11 nhóm ($X_{37}, X_{40}, X_{19}, X_{16}, X_{27}, X_{39}, X_{25}, X_4, X_{21}, X_1, X_{23}$) được nhập vào phần thứ nhất của cột thứ ba trong bộ đan xen khối 124, và 11 nhóm

(X_{18} , X_{36} , X_0 , X_6 , X_{11} , X_{34} , X_2 , X_{29} , X_{15} , X_{30} , X_{13}) được nhập vào phần thứ nhất của cột thứ tư trong bộ đan xen khối 124.

Ngoài ra, nhóm X_{44} được nhập vào phần thứ hai của bộ đan xen khối 124. Cụ thể, các bit tạo nên nhóm X_{44} được nhập vào các hàng của cột thứ nhất của phần thứ hai theo thứ tự lần lượt, được nhập vào các hàng của cột thứ hai theo thứ tự lần lượt, được nhập vào các hàng của cột thứ ba theo thứ tự lần lượt, và cuối cùng được nhập vào các hàng của cột thứ tư theo thứ tự lần lượt.

Ngoài ra, bộ đan xen khối 124 có thể xuất ra các bit được nhập vào từ hàng đầu tiên đến hàng cuối cùng của mỗi cột theo thứ tự lần lượt, và các bit được xuất ra từ bộ đan xen khối 124 có thể được nhập vào bộ điều biến 130 theo thứ tự lần lượt. Trong trường hợp này, bộ phân kênh có thể được loại bỏ hoặc bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit.

Do đó, một bit có trong mỗi nhóm trong số các nhóm X_7 , X_{42} , X_{37} và X_{18} tạo nên một ký hiệu điều biến.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, một bit có trong mỗi nhóm trong số các nhóm X_7 , X_{42} , X_{37} và X_{18} tạo nên một ký hiệu điều biến dựa vào bước đan xen nhóm và bước đan xen khối. Ngoài phương pháp nêu trên, sáng chế có thể áp dụng các phương pháp khác để tạo nên một ký hiệu điều biến với một bit có trong mỗi nhóm trong số các nhóm X_7 , X_{42} , X_{37} và X_{18} .

Hiệu suất đạt được khi áp dụng phương pháp theo phương án làm ví dụ thứ nhất được thể hiện trên Fig.20. Dựa vào Fig.20, khi áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 16-QAM, có thể thấy được hiệu suất tỷ lệ lỗi bit/tỷ lệ lỗi khung (BER/FER) có giá trị cao trong một khoảng SNR xác định.

Thiết bị thu tín hiệu như sẽ được mô tả dưới đây và tương ứng với thiết bị truyền tín hiệu 100 để thực hiện các bước nêu trên có thể bao gồm bộ giải điều biến tương ứng với bộ điều biến 130, bộ giải đan xen tương ứng với bộ đan xen 120 (tức là bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122 và bộ đan xen khối 124), và bộ giải mã tương ứng với bộ mã hoá 110. Bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã có thể lần lượt tương ứng với bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã sẽ được mô tả dưới đây dựa vào

Fig.27.

Theo phương án làm ví dụ thứ hai, giả sử rằng bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC ở tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15 và tạo ra từ mã LDPC có 16200 bit ($N_{ldpc} = 16200$), và bộ điều biến 130 áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM tương ứng với tỷ lệ mã dựa vào bảng 73 hoặc bảng 75.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên và bảng 84 dưới đây:

Bảng 84

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	32	4	23	27	35	24	16	39	5	22	33	40	18	13	8	6	37	34	0	15	21	38	30
8/15, 9/15	26	14	17	10	31	25	28	12	1	29	9	41	3	20	19	36	11	7	2	42	43	44	

Bảng 84 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 11 và giống như bảng 29 nêu trên.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 nêu trên và bảng 85 dưới đây:

Bảng 85

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	18	31	41	35	1	8	15	40	14	33	26	39	30	13	24	19	6	25	12	37	36	20	9	
8/15, 9/15	2	5	28	23	3	29	32	22	27	0	10	17	4	38	16	21	7	11	34	42	43	44		

Bảng 85 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 12 và giống như bảng 44 nêu trên.

Trong các trường hợp như vậy, có thể sử dụng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng sáu (6), số lượng hàng của phần thứ nhất bằng 2520 ($= 360 \times 7$), và số lượng hàng của phần thứ hai bằng 180 dựa vào bảng 58 hoặc bảng 61. Trong trường hợp này, giá trị đầu ra bộ đan xen khối 124 được nhập vào bộ điều biến 133, và bộ phân kênh có thể được loại bỏ hoặc bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit.

Bộ đan xen khối 124 và bộ điều biến 130 có hoạt động giống như trong phương án làm ví dụ thứ nhất, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết hoạt động của các bộ phận này.

Thiết bị thu tín hiệu như sẽ được mô tả dưới đây và tương ứng với thiết bị truyền tín hiệu 100 để thực hiện các bước nêu trên có thể bao gồm bộ giải điều biến tương ứng với bộ điều biến 130, bộ giải đan xen tương ứng với bộ đan xen 120 (tức là bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122 và bộ đan xen khối 124), và bộ giải mã tương ứng với bộ mã hoá 110. Bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã có thể lần lượt tương ứng với bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.27.

Hiệu suất đạt được khi áp dụng phương pháp theo phương án làm ví dụ thứ hai được thể hiện trên Fig.21. Dựa vào Fig.21, khi áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM, có thể thấy được hiệu suất BER/FER có giá trị cao trong một khoảng SNR xác định.

Theo phương án làm ví dụ thứ ba, giả sử rằng bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC ở tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15, và 13/15 và tạo ra từ mã LDPC có 16200 bit ($N_{ldpc} = 16200$), và bộ điều biến 130 áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 256-QAM tương ứng với tỷ lệ mã dựa vào bảng 76 và bảng 77.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên và bảng 86 dưới đây:

Bảng 86

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	28	6	15	8	0	22	37	35	21	26	7	12	27	1	32	33	13	11	10	18	34	9	39
12/15, 13/15	38	24	17	29	25	5	16	30	2	4	19	23	14	20	3	31	36	40	41	42	43	44	

Bảng 86 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 11 và giống như bảng 31 nêu trên.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 nêu trên và bảng 87 dưới đây:

Bảng 87

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	4	13	31	37	32	28	1	10	3	21	18	17	11	16	35	2	29	25	19	33	36	8	5
12/15, 13/15	34	24	27	9	12	0	26	30	38	14	15	20	7	39	6	23	22	40	41	42	43	44	

Bảng 87 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 12 và giống như bảng 46 nêu trên.

Trong các trường hợp như vậy, có thể sử dụng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng tám (8), số lượng hàng của phần thứ nhất bằng 1800 ($= 360 \times 5$), và số lượng hàng của phần thứ hai bằng 225 dựa vào bảng 58 hoặc bảng 61. Trong trường hợp này, giá trị đầu ra bộ đan xen khối 124 được nhập vào bộ điều biến 133, và bộ phân kênh có thể được loại bỏ hoặc bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit.

Hoạt động của bộ đan xen khối 124 và bộ điều biến 130 giống như trong phương án làm ví dụ thứ nhất, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết hoạt động của các bộ phận này.

Thiết bị thu tín hiệu như sẽ được mô tả dưới đây và tương ứng với thiết bị truyền tín hiệu 100 để thực hiện các bước nêu trên có thể bao gồm bộ giải điều biến tương ứng với bộ điều biến 130, bộ giải đan xen tương ứng với bộ đan xen 120 (tức là bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122 và bộ đan xen khối 124), và bộ giải mã tương ứng với bộ mã hoá 110. Bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã có thể lần lượt tương ứng với bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.27.

Theo phương án làm ví dụ thứ tư, giả sử rằng bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC ở tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15 và tạo ra từ mã LDPC có 16200 bit ($N_{ldpc} = 16200$), và bộ điều biến 130 áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 1024-QAM tương ứng với tỷ lệ mã dựa vào các bảng từ bảng 78 đến bảng 81.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên và bảng 88 dưới đây:

Bảng 88

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	16	13	1	125	24	33	4	29	32	30	0	17	22	18	8	9	27	11	37	35	12	15	10
8/15, 9/15	20	5	6	36	38	2	26	14	7	19	3	21	23	31	34	28	39	40	41	42	43	44	

Bảng 88 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 11 và giống như bảng 33 nêu trên.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 nêu trên và bảng 89 dưới đây:

Bảng 89

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	10	2	28	33	6	24	25	31	14	15	22	17	20	1	30	21	0	11	13	32	23	34	12	
8/15, 9/15	35	4	3	29	16	38	7	9	36	8	5	37	19	26	18	27	39	40	41	42	43	44		

Bảng 89 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 12 và giống như bảng 48 nêu trên.

Trong các trường hợp như vậy, có thể sử dụng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng 10, số lượng hàng của phần thứ nhất bằng 1440 ($= 360 \times 4$), và số lượng hàng của phần thứ hai bằng 180 dựa vào bảng 58 hoặc bảng 61. Trong trường hợp này, giá trị đầu ra bộ đan xen khối 124 được nhập vào bộ điều biến 133, và bộ phân kênh có thể được loại bỏ hoặc bộ phân kênh có thể xuất ra các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit.

Hoạt động của bộ đan xen khối 124 và bộ điều biến 130 giống như trong phương án làm ví dụ thứ nhất, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết hoạt động của các bộ phận này.

Thiết bị thu tín hiệu như sẽ được mô tả dưới đây và tương ứng với thiết bị truyền tín hiệu 100 để thực hiện các bước nêu trên có thể bao gồm bộ giải điều biến tương ứng với bộ điều biến 130, bộ giải đan xen tương ứng với bộ đan xen 120 (tức là bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122 và bộ đan xen khối 124), và bộ giải mã tương ứng với bộ mã hoá 110. Bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã có thể lần lượt tương

ứng với bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.27.

Hiệu suất đạt được khi áp dụng phương pháp theo phương án làm ví dụ thứ tư được thể hiện trên Fig.22. Dựa vào Fig.22, khi áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 1024-QAM, có thể thấy được hiệu suất BER/FER có giá trị cao trong một khoảng SNR xác định.

Theo phương án làm ví dụ thứ năm, giả sử rằng bộ mã hoá 110 thực hiện bước mã hoá LDPC ở tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15 và tạo ra từ mã LDPC có 64800 bit ($N_{ldpc} = 64800$), và bộ điều biến 130 áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 256-QAM tương ứng với tỷ lệ mã dựa vào bảng 76 và bảng 77.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên và bảng 90 dưới đây:

Bảng 90

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	48	4	15	97	108	76	1	174	61	0	59	71	120	175	167	114	65	98	101	19	112	109	152
	138	35	62	43	86	153	73	173	165	23	49	91	5	169	99	77	149	26	36	25	56	156	155
	110	80	58	42	40	103	159	83	127	111	63	89	11	52	144	142	133	154	44	96	93	66	122
	123	79	141	51	21	17	45	126	150	3	168	41	106	124	64	147	78	8	118	113	39	69	140
	14	131	82	134	55	33	50	84	28	105	6	145	7	27	132	92	115	164	74	10	68	102	67
	30	151	18	148	129	53	100	22	107	16	170	143	121	38	57	95	90	172	81	158	171	32	119
	37	24	130	136	161	75	29	9	47	60	162	146	137	157	70	104	31	34	166	128	117	125	2
	13	85	88	135	116	12	163	20	46	87	94	139	54	72	160	176	177	178	179				

Bảng 90 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 11 và giống như bảng 35 nêu trên.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể thực hiện bước đan xen nhóm dựa vào biểu thức 12 nêu trên và bảng 91 dưới đây:

Bảng 91

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	9	6	160	78	1	35	102	104	86	145	111	58	166	161	92	2	124	74	117	19	168	73	122
	32	139	42	40	105	100	144	115	154	136	97	155	24	41	138	128	89	50	80	49	26	64	75
	169	146	0	33	98	72	59	120	173	96	43	129	48	10	147	8	25	56	83	16	67	114	112
	90	152	11	174	29	110	143	5	38	85	70	47	133	94	53	99	162	27	170	163	57	131	34
	107	66	171	130	65	3	17	37	121	18	113	51	153	101	81	123	4	21	46	55	20	88	15
	108	165	158	87	137	12	127	68	69	82	159	76	54	157	119	140	93	106	62	95	164	141	150
	23	172	91	71	61	126	60	103	149	84	118	39	77	116	22	28	63	45	44	151	134	52	175
	142	148	167	109	31	156	14	79	36	125	135	132	30	7	13	179	178	177	176				

Bảng 91 xác định giá trị $\pi(j)$ theo biểu thức 12 và giống như bảng 50 nêu trên.

Trong các trường hợp như vậy, có thể sử dụng bộ đan xen khối 124 có số lượng cột bằng 8, số lượng hàng của phần thứ nhất bằng 7920 ($= 360 \times 22$), và số lượng hàng của phần thứ hai bằng 180 dựa vào bảng 58 hoặc bảng 61. Trong trường hợp này, giá trị đầu ra bộ đan xen khối 124 được nhập vào bộ điều biến 133, và bộ phân kênh (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được loại bỏ hoặc bộ phân kênh (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể xuất ra các bit đầu vào theo thứ tự lần lượt mà không cần thay đổi thứ tự của các bit.

Hoạt động của bộ đan xen khối 124 và bộ điều biến 130 giống như trong phương án làm ví dụ thứ nhất, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết hoạt động của các bộ phận này.

Thiết bị thu tín hiệu như sẽ được mô tả dưới đây và tương ứng với thiết bị truyền tín hiệu 100 để thực hiện các bước nêu trên có thể bao gồm bộ giải điều biến tương ứng với bộ điều biến 130, bộ giải đan xen tương ứng với bộ đan xen 120 (tức là bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122 và bộ đan xen khối 124), và bộ giải mã tương ứng với bộ mã hoá 110. Bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã có thể lần lượt tương ứng với bộ giải điều biến, bộ giải đan xen và bộ giải mã sẽ được mô tả dưới đây dựa vào

Fig.27.

Theo các phương án làm ví dụ từ thứ nhất đến thứ năm, khi bước đan xen nhóm được thực hiện dựa vào biểu thức 11, thì giá trị $\pi(j)$ được dùng làm chỉ số cho nhóm đầu vào, còn khi bước đan xen nhóm được thực hiện dựa vào biểu thức 12, thì giá trị $\pi(j)$ được dùng làm chỉ số cho nhóm đầu ra. Vì vậy, biểu thức 11 và biểu thức 12 có quan hệ ngược nhau.

Ngoài ra, các phương án làm ví dụ từ thứ nhất đến thứ năm nêu trên chỉ là ví dụ để giải thích về quan hệ ngược nhau nêu trên và các bảng được thể hiện trong phần mô tả sáng chế này có thể có quan hệ ngược nhau giống như các phương án làm ví dụ từ thứ nhất đến thứ năm.

Thiết bị truyền tín hiệu 100 có thể điều biến tín hiệu được ánh xạ lên một chòm điểm và có thể truyền tín hiệu này đến thiết bị thu tín hiệu (ví dụ thiết bị thu tín hiệu 2700 trên Fig.27). Ví dụ, thiết bị truyền tín hiệu 200 có thể ánh xạ tín hiệu được ánh xạ lên một chòm điểm trên khung dồn kênh phân tần trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) bằng cách áp dụng phương pháp OFDM, và có thể truyền tín hiệu này đến thiết bị thu tín hiệu 2700 qua kênh đã được phân định.

Phương án làm ví dụ 2: Sử dụng bộ đan xen khối theo hàng

Theo phương án làm ví dụ khác, bộ đan xen 120 có thể đan xen từ mã LDPC theo các phương pháp khác nhau, khác với các phương pháp đã được mô tả trong phương án làm ví dụ 1, và có thể ánh xạ các bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC đã đan xen lên một bit định trước trong ký hiệu điều biến. Bộ đan xen này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào Fig.23.

Dựa vào Fig.23, bộ đan xen 120 bao gồm bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm (hoặc bộ đan xen theo nhóm 122), bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 và bộ đan xen khối theo hàng 125. Theo phương án này, bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 và bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 thực hiện các chức năng giống như trong phương án làm ví dụ 1 nêu trên, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết chức năng của các bộ phận này.

Bộ đan xen nhóm 122 có thể phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm, và có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm đó.

Trong trường hợp này, bước phân chia từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ ra thành nhiều nhóm giống như trong phương án làm ví dụ 1, và do đó ở đây sẽ không mô tả chi tiết thêm nữa.

Bộ đan xen nhóm 122 đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm. Nghĩa là, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm trong từ mã LDPC theo đơn vị nhóm bằng cách thay đổi vị trí của các nhóm tạo nên từ mã LDPC.

Trong trường hợp này, bộ đan xen nhóm 122 có thể đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 13:

$$Y_j = X_{\pi(j)} \text{ với } (0 \leq j < N_{group}) \quad (13)$$

trong đó X_j là nhóm thứ j trước khi đan xen nhóm, và Y_j là nhóm thứ j sau khi đan xen nhóm.

Ngoài ra, giá trị $\pi(j)$ là thông số chỉ báo thứ tự đan xen và được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, tỷ lệ mã và phương pháp điều biến.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, ví dụ về giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 92 đến bảng 106 dưới đây.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 92 hoặc bảng 93 dưới đây:

Bảng 92

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	7	42	37	18	17	20	40	36	33	9	19	0	31	35	16	6	26	43	27	11	10	22	39
12/15, 13/15	34	32	12	25	2	41	38	4	29	28	3	21	15	8	5	1	30	24	14	23	13	44	

Bảng 93

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	6	15	25	4	34	7	24	0	11	14	43	20	21	30	40	31	12	13	38	5	8	32	36
12/15, 13/15	33	9	17	37	35	23	18	39	1	22	3	44	28	2	19	41	26	10	16	42	27	29	

Dựa vào bảng 92, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_7$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{42}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{37}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{13}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 7 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 42 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 37 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 13 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 93, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_6$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{15}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{25}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{27}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 6 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 15 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 25 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 27 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 64-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 94 hoặc bảng 95 dưới đây:

Bảng 94

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	32	39	8	38	25	3	4	5	6	30	28	20	23	22	37	26	12	19	27	33	34	14	1
8/15, 9/15	36	35	40	0	17	29	11	24	18	15	10	9	7	16	13	21	31	41	2	42	43	44	

Bảng 95

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	32	4	23	27	35	24	16	39	5	22	33	40	18	13	8	6	37	34	0	15	21	38	30
8/15, 9/15	26	14	17	10	31	25	28	12	1	29	9	41	3	20	19	36	11	7	2	42	43	44	

Dựa vào bảng 94, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{32}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{39}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_8$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 32 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 39 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 8 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 95, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{32}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_4$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{23}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 32 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 4 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 23 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 96 hoặc bảng 97 dưới đây:

Bảng 96

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	28	22	7	33	34	17	30	14	6	37	12	13	9	29	2	20	15	35	27	11	39	25	4
12/15, 13/15	3	8	21	1	10	38	5	19	31	0	26	32	18	24	16	23	36	40	41	42	43	44	

Bảng 97

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
10/15, 11/15,	21	9	13	17	33	38	44	42	8	1	11	16	18	37	39	3	30	22	12	6	31	5	41	
12/15, 13/15	35	0	23	14	15	7	19	43	32	20	24	10	2	34	36	40	4	25	26	27	28	29		

Dựa vào bảng 96, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{28}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{22}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_7$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 28 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 22 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 7 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 97, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{21}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_9$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{13}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{28}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 21 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 9 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 13 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 28 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 1024-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 98 hoặc bảng 99 dưới đây:

Bảng 98

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	16	24	32	22	27	12	5	2	19	31	13	33	30	18	11	15	6	26	3	34	1	4	0	
8/15, 9/15	8	37	10	36	14	21	28	25	29	17	9	35	20	38	7	23	39	40	41	42	43	44		

Bảng 99

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
6/15, 7/15,	16	34	8	7	1	40	24	30	0	33	12	13	11	44	21	10	27	42	23	25	14	15	4
8/15, 9/15	9	18	28	41	26	35	22	19	17	6	5	31	20	32	36	29	43	2	3	37	38	39	

Dựa vào bảng 98, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{16}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{24}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{32}$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{43}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 24 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 32 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 99, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{16}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{34}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_8$, ..., $Y_{43} = X_{\pi(43)} = X_{38}$, và $Y_{44} = X_{\pi(44)} = X_{39}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 34 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 8 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 38 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 39 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 100 hoặc bảng 101 dưới đây:

Bảng 100

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	6/15, 7/15, 8/15, 9/15	48	152	156	93	113	74	172	31	4	138	155	66	39	10	81	34	15	35	110	122	69	68
166		97	62	80	123	140	102	171	128	108	43	58	79	14	67	32	117	76	86	42	141	131	30
119		125	1	153	40	51	82	151	37	2	174	73	103	21	134	18	24	13	61	173	159	17	55
148		130	85	0	165	83	45	33	129	136	88	59	23	127	126	50	53	161	135	71	49	111	150
84		100	75	116	120	91	63	3	28	22	29	12	175	5	89	168	105	107	9	163	167	169	11
41		6	16	47	20	114	99	52	106	145	170	60	46	65	77	144	124	7	143	162	87	98	149
142		64	27	121	146	94	101	26	133	147	132	38	137	139	19	36	154	78	92	57	157	54	112
25		44	8	115	95	70	72	109	56	96	118	164	90	104	160	176	177	178	179				

Bảng 101

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	48	4	15	97	108	76	1	174	61	0	59	71	120	175	167	114	65	98	101	19	112	109	152
	138	35	62	43	86	153	73	173	165	23	49	91	5	169	99	77	149	26	36	25	96	156	155
	110	80	58	472	40	103	159	83	127	111	63	89	11	52	144	142	133	154	44	96	93	66	122
	123	79	141	51	21	17	45	126	150	3	168	41	106	124	64	147	78	8	118	113	39	69	140
	14	131	82	134	55	33	50	84	28	105	6	145	7	27	132	92	115	164	74	10	68	102	67
	30	151	18	148	129	53	100	22	107	16	170	143	121	38	57	95	90	172	81	158	171	32	119
	37	24	130	136	161	75	29	9	47	60	162	146	137	157	70	104	31	34	166	128	117	125	2
	13	85	88	135	116	12	163	20	46	87	94	139	54	72	160	176	177	178	179				

Dựa vào bảng 100, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{48}$,
 $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{152}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{156}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{178}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{179}$. Do

đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 48 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 152 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 156 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Dựa vào bảng 101, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{48}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_4$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{15}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{178}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{179}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 48 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 4 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 15 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 102 dưới đây:

Bảng 102

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15	53	71	135	172	164	8	114	126	3	63	106	154	159	98	143	120	28	51	151	115	179	11	108
	147	46	57	178	170	5	39	109	129	68	67	119	86	157	87	175	102	15	54	50	141	163	38
	125	33	43	48	105	139	117	75	85	9	29	60	84	89	74	100	155	148	49	61	27	107	90
	76	131	116	0	59	10	12	158	136	176	161	58	70	25	73	153	20	150	80	42	45	165	79
	81	134	130	177	23	55	174	118	6	94	124	83	1	56	44	167	104	35	113	4	47	66	21
	166	88	132	173	133	32	64	19	72	123	152	91	122	7	17	145	171	99	156	95	160	36	40
	112	82	101	146	110	121	34	69	30	96	144	103	93	128	14	52	140	127	97	77	92	78	37
	62	16	142	168	2	149	111	18	65	13	162	137	41	138	169	22	24	26	31				

Dựa vào bảng 102, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{53}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{71}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{135}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{26}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{31}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách

chuyển nhóm thứ 53 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 71 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 135 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 26 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 31 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 8/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 103 dưới đây:

Bảng 103

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
8/15	71	36	38	78	140	35	175	171	104	87	110	63	176	34	145	154	84	62	76	53	142	33	127
	122	69	10	67	49	158	97	96	128	94	75	66	28	138	172	143	107	93	12	98	23	108	111
	141	157	74	85	52	31	166	27	159	103	89	17	29	50	149	137	109	174	57	47	164	14	144
	26	101	170	58	80	46	25	123	160	135	9	56	7	90	65	169	21	153	131	59	60	120	40
	148	20	116	125	173	68	51	30	112	163	106	3	86	6	82	19	156	162	124	118	132	92	133
	24	167	32	102	161	83	43	44	88	100	134	146	81	77	13	39	29	114	22	168	126	55	70
	115	95	177	151	130	0	64	91	165	73	179	136	152	150	45	48	37	2	147	15	139	129	54
	61	119	8	105	42	99	117	41	1	155	72	178	121	113	11	4	5	16	18				

Dựa vào bảng 103, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{71}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{36}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{38}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{16}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{18}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 71 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 36 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 38 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 16 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 18 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 104 dưới đây:

Bảng 104

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	111	39	34	100	48	155	173	120	65	101	115	58	63	148	3	142	78	105	94	56	67	1	130
	141	49	45	60	81	112	125	12	165	68	55	104	84	47	24	16	167	44	98	19	0	113	161
	172	170	119	93	117	2	151	162	163	164	96	41	46	21	52	22	146	126	97	109	102	80	86
	133	138	121	108	42	75	26	154	174	139	147	69	110	91	33	6	82	17	135	114	87	76	70
	40	124	143	140	51	36	50	74	11	160	159	137	86	90	5	57	107	18	25	144	29	32	79
	88	31	158	10	175	62	116	92	13	177	176	152	157	73	4	35	27	132	168	145	127	106	20
	95	14	64	149	59	9	54	23	99	77	136	134	153	171	103	38	53	7	131	178	179	122	43
	71	37	30	150	169	166	123	89	8	72	61	16	128	129	156	28	83	85	118				

Dựa vào bảng 104, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{111}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{39}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{34}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{85}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{118}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 111 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 39 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 34 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 85 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 118 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 105 dưới đây:

Bảng 105

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	89	20	72	104	85	172	13	165	64	118	109	74	99	166	177	126	50	84	35	21	145	152	178
	125	28	95	82	2	114	127	19	140	32	81	67	23	103	169	137	153	26	7	33	86	158	159
	12	175	52	96	44	105	93	14	168	176	98	36	48	53	58	143	136	131	66	18	91	38	101
	139	160	122	31	3	112	62	34	146	170	10	90	65	49	110	77	161	5	155	59	1	78	4
	61	130	150	154	70	116	55	83	164	129	124	174	17	97	106	15	173	171	144	162	76	119	46
	87	132	179	156	80	117	94	108	73	39	157	167	133	54	100	51	79	151	148	123	16	68	107
	113	115	88	9	149	22	11	75	102	6	60	138	134	128	43	69	71	56	41	147	142	163	57
	63	40	42	37	0	121	120	92	80	111	47	45	135	141	8	24	25	27	29				

Dựa vào bảng 105, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{89}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_{20}$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{72}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{27}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{29}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 89 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 20 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 72 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 27 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 29 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 12/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 106 dưới đây:

Bảng 106

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
12/15	51	6	75	108	93	47	168	15	122	14	42	113	136	69	147	159	91	3	129	58	68	125	161
	11	111	21	107	97	62	31	165	176	95	71	30	38	54	83	175	152	100	134	45	124	40	36
	162	156	119	2	137	86	81	59	164	144	130	0	114	33	103	40	158	148	78	140	30	74	121
	79	157	172	57	106	87	32	76	52	160	178	65	7	53	29	44	133	150	24	26	118	85	128
	84	60	171	22	61	23	101	67	96	92	167	179	126	35	141	104	123	139	145	4	105	20	120
	80	154	110	151	163	143	17	99	127	98	27	153	174	70	50	88	56	82	73	9	173	132	48
	117	34	142	43	155	19	39	112	64	89	46	77	170	10	102	13	28	94	169	109	146	177	115
	66	135	49	131	63	166	12	116	5	138	55	72	41	149	16	1	8	18	25				

Dựa vào bảng 106, biểu thức 13 có thể được biểu diễn dưới dạng $Y_0 = X_{\pi(0)} = X_{51}$, $Y_1 = X_{\pi(1)} = X_6$, $Y_2 = X_{\pi(2)} = X_{75}$, ..., $Y_{178} = X_{\pi(178)} = X_{18}$, và $Y_{179} = X_{\pi(179)} = X_{25}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 51 thành nhóm thứ 0, nhóm thứ 6 thành nhóm thứ 1, nhóm thứ 75 thành nhóm thứ 2, ..., nhóm thứ 18 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 25 thành nhóm thứ 179.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 13 và các bảng từ bảng 92 đến bảng 106.

Mặt khác, vì thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm bằng bộ đan xen nhóm 122, và sau đó các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124, như sẽ được mô tả dưới đây, nên “thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối” được thể hiện trong các bảng từ bảng 19 đến bảng 106 liên quan đến giá trị $\pi(j)$.

Ngoài ra, bộ đan xen nhóm 122 có thể đan xen từ mã LDPC theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 14 sau đây:

$$Y_{\pi(j)} = X_j \quad \text{với } (0 \leq j < N_{\text{group}}) \quad (14)$$

trong đó X_j là nhóm thứ j trước khi đan xen nhóm, và Y_j là nhóm thứ j sau khi đan xen nhóm.

Ngoài ra, giá trị $\pi(j)$ là thông số chỉ báo thứ tự đan xen và được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, tỷ lệ mã và phương pháp điều biến.

Theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, ví dụ về giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 107 đến bảng 121 dưới đây.

Ví dụ, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 16-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 107 hoặc bảng 108 dưới đây:

Bảng 107

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 45$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	11	38	27	33	30	37	15	0	36	9	20	19	25	43	41	35	14	4	3	10	5	34	21
12/15, 13/15	42	40	26	16	18	32	31	39	12	24	8	23	13	7	2	29	22	6	28	1	17	44	

Bảng 108

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
10/15, 11/15,	7	31	36	33	3	19	0	5	20	24	40	8	16	17	5	1	41	25	29	37	11	12	32
12/15, 13/15	28	6	2	39	43	25	44	13	15	21	23	4	27	22	26	18	33	14	33	42	10	34	

Dựa vào bảng 107, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{11}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{38}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{27}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{17}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 11, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 38, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 27, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 17, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 108, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_7$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{31}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{36}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{10}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{34}$. Do đó, bộ

đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 7, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 31, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 36, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 10, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 64-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 109 hoặc bảng 110 dưới đây:

Bảng 109

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	26	22	41	5	6	7	8	35	2	34	33	29	16	37	21	32	36	27	31	17	11	38	13	
8/15, 9/15	12	30	4	15	18	10	28	9	39	0	19	20	24	23	14	3	1	25	40	42	43	44		

Bảng 110

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	18	31	41	35	1	8	15	40	14	13	26	39	30	13	24	19	6	25	12	37	16	20	9	
8/15, 9/15	2	5	28	23	3	29	32	22	27	0	10	17	4	38	16	21	7	11	34	42	43	44		

Dựa vào bảng 109, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{26}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{22}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{41}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 26, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 22, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 41, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 110, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{18}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{31}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{41}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 18, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 31, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 41, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 10/15, 11/15, 12/15 và 13/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 111 hoặc bảng 112 dưới đây:

Bảng 111

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
10/15, 11/15,	32	26	14	23	22	29	8	2	24	12	27	19	10	11	7	16	37	5	35	30	15	25	1	
12/15, 13/15	38	36	21	33	18	0	13	6	31	34	3	4	17	39	9	28	20	40	41	42	43	44		

Bảng 112

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
10/15, 11/15,	24	9	35	15	39	21	19	28	8	1	34	10	18	2	26	27	11	3	12	29	32	0	17	
12/15, 13/15	25	23	40	41	42	43	44	18	20	31	4	36	23	17	11	5	34	38	22	7	30	6		

Dựa vào bảng 111, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{32}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{26}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{14}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 32, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 26, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 14, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 112, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{24}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_9$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{35}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{30}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_6$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 24, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 9, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 35, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 30, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 6.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 16200, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 1024-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 113 hoặc bảng 114 dưới đây:

Bảng 113

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	22	20	7	18	21	6	16	37	23	33	25	14	5	10	27	15	0	32	13	8	35	28	3	
8/15, 9/15	38	1	30	17	4	29	31	12	9	2	11	19	34	26	24	36	39	40	41	42	43	44		

Bảng 114

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 45)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44		
6/15, 7/15,	8	4	40	41	22	33	32	3	2	23	15	12	10	11	20	21	0	11	24	30	35	14	29	
8/15, 9/15	18	5	19	27	16	25	38	7	34	36	9	1	28	37	42	43	44	5	26	17	39	13		

Dựa vào bảng 113, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{22}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{20}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_7$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{43}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{44}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 22, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 20, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 7, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 43, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 44.

Dựa vào bảng 114, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_8$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_4$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{40}$, ..., $X_{43} = Y_{\pi(43)} = Y_{39}$, và $X_{44} = Y_{\pi(44)} = Y_{13}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 8, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 4, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 40, ..., nhóm thứ 43 thành nhóm thứ 39, và nhóm thứ 44 thành nhóm thứ 13.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, 7/15, 8/15 và 9/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 115 hoặc bảng 116 dưới đây:

Bảng 115

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	72	48	55	99	8	105	116	132	163	110	13	114	103	63	36	16	117	67	61	152	119	59	101
	81	62	161	145	140	100	102	45	7	18	76	15	17	153	54	149	12	50	115	42	33	162	75
	127	118	0	89	84	51	122	85	159	68	169	157	34	80	126	64	25	98	139	128	11	37	21
	20	166	88	167	57	5	94	40	129	155	35	26	14	52	74	92	71	41	135	79	106	173	97
	156	3	143	165	170	24	136	121	93	144	29	58	174	108	123	109	32	168	18	90	160	4	120
	164	95	39	171	46	96	141	19	27	131	47	83	82	31	77	70	41	148	146	60	87	78	150
	9	151	28	43	138	113	130	124	142	147	69	117	91	53	1	49	154	10	2	158	22	66	175
	86	134	111	172	73	23	112	107	113	125	30	6	65	56	104	176	177	178	179				

Bảng 116

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15, 7/15, 8/15, 9/15	9	6	160	78	1	35	102	104	86	145	111	58	166	161	92	2	124	74	117	19	168	73	122
	32	139	42	40	105	100	144	115	154	136	97	155	24	41	138	128	89	50	80	49	26	64	75
	169	146	0	33	98	72	59	120	173	96	43	129	48	10	147	8	25	56	83	16	67	114	112
	90	152	11	174	29	110	143	5	38	85	70	47	133	94	53	99	162	27	170	163	57	131	34
	107	66	171	130	65	3	17	37	121	18	113	51	153	101	81	123	4	21	46	55	20	88	15
	108	165	158	87	157	12	127	68	69	82	159	76	54	157	119	140	93	106	62	95	164	141	150
	23	172	91	71	61	126	60	103	149	84	118	39	77	116	22	28	63	45	44	151	134	52	175
	142	148	167	109	31	156	14	79	36	125	135	132	30	7	13	176	177	178	179				

Dựa vào bảng 115, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{72}$,
 $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{48}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{55}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{178}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{179}$. Do đó,

bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 72, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 48, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 55, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Dựa vào bảng 116, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_9$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_6$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{160}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{178}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{179}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 9, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 6, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 160, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 178, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 179.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 6/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 117 dưới đây:

Bảng 117

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
6/15	72	104	165	8	111	28	100	128	5	55	74	21	75	170	152	40	162	129	168	122	85	114	176
	96	177	82	178	66	16	56	146	179	120	47	144	109	136	160	45	29	137	173	88	48	106	89
	24	112	49	64	42	17	153	0	41	97	105	25	80	73	57	65	161	9	121	169	113	33	32
	145	81	1	123	83	60	53	69	157	159	91	87	92	139	103	58	54	35	37	116	59	68	126
	158	150	101	134	147	156	13	132	61	140	39	149	108	50	10	67	22	30	142	167	138	110	6
	19	71	52	99	34	15	143	127	124	102	46	7	155	151	31	94	70	117	119	93	2	77	172
	174	51	154	43	163	14	148	130	141	23	63	166	86	16	125	84	11	62	133	36	76	12	135
	79	171	44	4	90	115	107	164	125	27	131	3	118	98	38	78	95	26	20				

Dựa vào bảng 117, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{72}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{104}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{165}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{26}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{20}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách

chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 72, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 104, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 165, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 26, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 20.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 8/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 118 dưới đây:

Bảng 118

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
8/15	143	169	155	103	176	177	105	81	163	79	25	175	41	129	67	157	178	57	179	107	93	85	133
	43	115	75	69	53	35	131	99	51	117	21	13	5	1	154	2	130	91	168	165	121	122	152
	74	65	153	27	59	98	50	19	160	136	80	64	72	88	89	161	17	11	144	83	34	26	97
	24	137	0	171	147	48	33	18	128	3	58	73	127	106	120	16	49	104	9	123	56	82	145
	113	40	32	139	30	29	42	166	124	70	118	55	8	164	102	39	44	62	10	45	100	174	132
	138	94	167	111	162	90	173	23	76	110	95	135	22	31	159	142	87	112	114	125	78	149	61
	36	158	4	46	20	38	68	14	126	156	92	60	151	141	150	86	15	170	108	47	28	54	77
	119	109	101	66	146	52	116	134	84	71	7	37	96	63	6	12	140	172	148				

Dựa vào bảng 118, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{143}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{169}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{155}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{172}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{148}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 143, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 169, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 155, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 172, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 148.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 119 dưới đây:

Bảng 119

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
10/15	43	21	51	14	129	106	84	155	169	143	118	100	30	123	139	38	172	86	109	42	137	59	61
	145	37	110	75	131	176	112	163	116	113	83	2	130	97	162	153	1	92	57	73	160	40	25
	58	36	4	24	98	96	60	154	144	33	19	107	11	142	26	171	120	12	140	8	104	20	32
	80	91	161	170	128	99	74	90	147	16	114	67	27	85	177	35	178	68	89	115	168	105	82
	122	49	18	138	56	64	41	146	3	9	66	152	34	17	136	108	72	65	81	0	28	44	88
	10	121	50	179	48	7	71	159	167	93	29	63	135	173	174	22	156	132	69	149	87	148	103
	70	78	95	23	15	94	111	134	62	79	13	141	164	52	126	150	76	5	175	127	117	102	101
	45	53	54	55	31	166	39	133	165	47	151	46	6	77	119	125	124	157	158				

Dựa vào bảng 119, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{43}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{21}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{51}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{157}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{158}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 43, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 21, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 51, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 157, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 158.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 10/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 120 dưới đây:

Bảng 120

	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
	10/15	165	89	27	73	91	86	147	41	175	141	79	144	46	6	53	107	135	104	65	30	1	19
35		176	177	40	178	24	179	169	72	32	42	76	18	57	164	67	124	162	156	163	152	50	172
114		171	58	82	16	130	48	59	128	98	155	160	60	88	148	92	75	161	8	81	64	34	136
153		96	154	2	123	11	145	112	84	90	131	119	33	26	99	17	4	43	115	140	0	80	66
168		52	121	25	49	105	56	12	129	68	146	36	3	51	106	137	122	10	83	170	74	138	28
139		97	120	9	113	167	166	71	134	102	23	15	29	151	101	93	63	116	127	150	173	62	38
149		69	31	174	158	61	110	20	77	157	133	142	94	132	21	39	95	87	118	125	44	45	70
85		111	159	100	7	13	126	54	37	78	109	5	108	103	47	55	14	22	117				

Dựa vào bảng 120, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{165}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{89}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{27}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{22}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{117}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 165, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 89, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 27, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 22, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 117.

Ví dụ khác, nếu độ dài N_{ldpc} của từ mã LDPC bằng 64800, tỷ lệ mã bằng 12/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 121 dưới đây:

Bảng 121

Tỷ lệ mã	Thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
12/15	57	176	49	17	111	169	1	81	177	134	151	23	167	153	9	7	175	121	178	143	113	25	95
	97	87	179	88	125	154	83	34	29	75	59	139	105	45	66	35	144	44	173	10	141	84	42
	148	5	137	163	129	0	77	82	36	171	131	72	19	53	93	96	28	165	146	80	161	99	20
	13	128	33	172	133	67	2	76	149	64	69	115	52	132	37	92	90	51	74	130	147	61	16
	101	4	155	32	100	27	124	122	40	98	152	60	107	112	73	26	3	157	117	24	145	11	58
	160	168	138	89	48	114	68	8	108	43	21	104	123	91	18	56	164	136	85	41	162	12	50
	170	109	65	106	140	120	55	110	158	14	63	174	86	118	39	126	116	142	47	70	62	15	78
	22	46	119	54	30	166	102	6	156	150	94	71	135	127	38	31	159	79	103				

Dựa vào bảng 121, biểu thức 14 có thể được biểu diễn dưới dạng $X_0 = Y_{\pi(0)} = Y_{57}$, $X_1 = Y_{\pi(1)} = Y_{176}$, $X_2 = Y_{\pi(2)} = Y_{49}$, ..., $X_{178} = Y_{\pi(178)} = Y_{79}$, và $X_{179} = Y_{\pi(179)} = Y_{103}$. Do đó, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách chuyển nhóm thứ 0 thành nhóm thứ 57, nhóm thứ 1 thành nhóm thứ 176, nhóm thứ 2 thành nhóm thứ 49, ..., nhóm thứ 178 thành nhóm thứ 79, và nhóm thứ 179 thành nhóm thứ 103.

Như đã nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 14 và các bảng từ bảng 107 đến bảng 121.

Mặt khác, vì thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm bằng bộ đan xen nhóm 122, và sau đó các nhóm được đan xen khối bằng bộ đan xen khối 124, như sẽ được mô tả dưới đây, nên “thứ tự của các nhóm bit được đan xen khối” được thể hiện trong các bảng từ bảng 107 đến bảng 121 liên quan đến giá trị $\pi(j)$.

Khi bước đan xen nhóm được thực hiện theo phương pháp nêu trên, thì thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC đã được đan xen nhóm khác với phương án làm ví dụ 1.

Sở dĩ như vậy là vì bộ đan xen khối theo hàng 125 được sử dụng trong phương án

làm ví dụ này thay cho bộ đan xen khối 124 trên Fig.4. Nghĩa là, vì phương pháp đan xen được áp dụng trong bộ đan xen khối 124 và phương pháp đan xen được áp dụng trong bộ đan xen khối theo hàng 125 là khác nhau, nên bộ đan xen nhóm 122 trong phương án làm ví dụ này sắp xếp lại thứ tự của các nhóm tạo nên từ mã LDPC theo phương pháp khác với phương pháp trong phương án làm ví dụ 1.

Cụ thể, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo cách lặp lại sơ đồ sắp xếp, trong đó ít nhất một nhóm có các bit được ánh xạ lên cùng một ký hiệu điều biến được sắp xếp với thứ tự lần lượt theo đơn vị nhóm.

Nghĩa là, bộ đan xen nhóm 122 có thể sắp xếp theo thứ tự lần lượt một trong số nhiều nhóm thứ nhất có các bit được ánh xạ vào vị trí xác định thứ nhất trong mỗi ký hiệu điều biến, một trong số nhiều nhóm thứ hai có các bit được ánh xạ vào vị trí xác định thứ hai trong mỗi ký hiệu điều biến, ..., một trong số nhiều nhóm thứ n có các bit được ánh xạ vào vị trí xác định thứ n trong mỗi ký hiệu điều biến, và có thể sắp xếp các nhóm còn lại theo cách lặp lại theo phương pháp này.

Bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự. Trong trường hợp này, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự theo đơn vị nhóm bằng cách sử dụng ít nhất một hàng có nhiều cột. Phương pháp này sẽ được mô tả chi tiết dưới đây dựa vào các hình vẽ từ Fig.24 đến Fig.26.

Fig.24 đến Fig.26 là các hình vẽ thể hiện cấu hình của bộ đan xen khối theo hàng và phương pháp đan xen theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế.

Trước tiên, nếu N_{group}/m là số nguyên, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 có bộ đan xen 125-1 có m hàng, mỗi hàng có M cột như được thể hiện trên Fig.24, và bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen bằng cách sử dụng N_{group}/m bộ đan xen 125-1 có cấu hình được thể hiện trên Fig.24.

Trong đó, N_{group} là tổng số nhóm tạo nên từ mã LDPC. Ngoài ra, M là số lượng bit có trong một nhóm và có thể bằng 360, ví dụ m có thể đúng bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến hoặc có thể bằng $1/2$ số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến. Ví dụ, khi áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều QAM, thì hiệu suất của các bit tạo nên ký hiệu điều biến là khác nhau, và do đó, nhờ việc thiết lập giá trị m đúng bằng

số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến, có thể ánh xạ một nhóm lên một bit duy nhất của ký hiệu điều biến.

Cụ thể, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen bằng cách ghi mỗi nhóm trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC vào từng hàng theo đơn vị nhóm theo hướng hàng, và đọc từng cột của các hàng đã ghi các nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng cột.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.24, bộ đan xen khối theo hàng 125 ghi m nhóm liên tiếp trong số các nhóm ở trong mỗi hàng trong số m hàng của bộ đan xen 125-1 theo hướng hàng, và đọc từng cột của m hàng đã ghi các nhóm theo hướng cột. Trong trường hợp này, có thể sử dụng số lượng bộ đan xen 125-1 đúng bằng số lượng nhóm chia cho số lượng hàng, tức là N_{group}/m .

Như đã nêu trên, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC là bội số nguyên lần của số lượng hàng, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen bằng cách ghi số lượng nhóm đúng bằng số lượng hàng trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC theo thứ tự lần lượt.

Mặt khác, nếu số lượng nhóm tạo nên từ mã LDPC không phải là bội số nguyên lần của số lượng hàng, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen bằng cách sử dụng N bộ đan xen (N là số nguyên lớn hơn hoặc bằng 2) có số lượng cột khác nhau.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.25 và Fig.26, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen bằng cách sử dụng bộ đan xen thứ nhất 125-2 có m hàng, mỗi hàng có M cột, và bộ đan xen thứ hai 125-3 có m hàng, mỗi hàng có $a \times M/m$ cột. Trong đó, a bằng $N_{\text{group}} - \lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor \times m$, và $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor$ là số nguyên lớn nhất nhỏ hơn N_{group}/m .

Trong trường hợp này, có thể sử dụng bộ đan xen thứ nhất 125-2 với số lượng bằng $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor$ và có thể sử dụng một bộ đan xen thứ hai 125-3.

Cụ thể, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen các nhóm tạo nên từ mã LDPC bằng cách ghi từng khối gồm $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor \times m$ nhóm trong số các nhóm tạo nên từ mã LDPC vào mỗi hàng theo đơn vị nhóm theo hướng hàng, và đọc từng cột của các hàng đã ghi $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor \times m$ nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng cột.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.25 và Fig.26, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể ghi m nhóm liên tiếp bằng với số lượng hàng trong số $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor \times m$ nhóm vào mỗi hàng theo hướng hàng trong bộ đan xen thứ nhất 125-2, và có thể đọc từng cột của các hàng đã ghi m nhóm theo hướng cột trong bộ đan xen thứ nhất 125-2. Trong trường hợp này, bộ đan xen thứ nhất 125-2 có cấu hình được thể hiện trên Fig.25 và Fig.26 có thể được sử dụng với số lượng bằng $\lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor$.

Ngoài ra, trong hệ thống sử dụng nhiều anten, m có thể bằng số lượng bit dùng cho phương pháp điều biến nhân với số lượng anten.

Sau đó, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể phân chia các bit có trong các nhóm còn lại trừ các nhóm đã ghi trong bộ đan xen thứ nhất 125-2, và có thể ghi các bit này vào từng hàng theo hướng hàng trong bộ đan xen thứ hai 125-3. Trong trường hợp này, cùng một số lượng bit được ghi vào từng hàng trong bộ đan xen thứ hai 125-3. Nói cách khác, một nhóm bit có thể được nhập vào nhiều cột trong bộ đan xen thứ hai 125-3.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.25, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể ghi $a \times M/m$ bit trong số các bit có trong các nhóm còn lại trừ các nhóm đã ghi trong bộ đan xen thứ nhất 125-2 vào từng hàng theo hướng hàng trong bộ đan xen thứ hai 125-3, và có thể đọc từng cột của m hàng đã ghi các bit theo hướng cột trong bộ đan xen thứ hai 125-3. Trong trường hợp này, có thể sử dụng một bộ đan xen thứ hai 125-3 có cấu hình được thể hiện trên Fig.25.

Tuy nhiên, theo phương án làm ví dụ khác, như được thể hiện trên Fig.26, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể ghi các bit trong bộ đan xen thứ nhất 125-2 theo phương pháp giống với phương pháp được mô tả dựa vào Fig.25, nhưng có thể ghi các bit trong bộ đan xen thứ hai 125-3 theo phương pháp khác với phương pháp được mô tả dựa vào Fig.25.

Nghĩa là, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể ghi các bit trong bộ đan xen thứ hai 125-3 theo hướng cột.

Ví dụ, như được thể hiện trên Fig.26, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể ghi các bit có trong các nhóm còn lại trừ các nhóm đã ghi trong bộ đan xen thứ nhất 125-2 vào từng cột của m hàng, mỗi hàng có $a \times M/m$ cột theo hướng cột trong bộ đan xen thứ

hai 125-3, và có thể đọc từng cột của m hàng đã ghi các bit theo hướng cột trong bộ đan xen thứ hai 125-3. Trong trường hợp này, có thể sử dụng một bộ đan xen thứ hai 125-3 có cấu hình được thể hiện trên Fig.26.

Theo phương pháp được thể hiện trên Fig.26, bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen bằng cách đọc theo hướng cột sau khi ghi các bit trong bộ đan xen thứ hai theo hướng cột. Do đó, các bit có trong các nhóm được đan xen bằng bộ đan xen thứ hai được đọc theo thứ tự mà chúng đã được ghi và được cung cấp cho bộ điều biến 130. Do đó, các bit có trong các nhóm thuộc về bộ đan xen thứ hai không được sắp xếp lại bằng bộ đan xen khối theo hàng 125 và có thể được ánh xạ lên các ký hiệu điều biến theo thứ tự lần lượt.

Như đã nêu trên, bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đan xen các nhóm của từ mã LDPC bằng cách áp dụng các phương pháp nêu trên dựa vào các hình vẽ từ Fig.24 đến Fig.26.

Theo phương pháp nêu trên, giá trị đầu ra bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể giống với giá trị đầu ra bộ đan xen khối 124. Cụ thể, khi bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen như được thể hiện trên Fig.24, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể xuất ra giá trị giống như giá trị của bộ đan xen khối 124 đan xen như được thể hiện trên Fig.8. Ngoài ra, khi bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen như được thể hiện trên Fig.25, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể xuất ra giá trị giống như giá trị của bộ đan xen khối 124 đan xen như được thể hiện trên Fig.9. Ngoài ra, khi bộ đan xen khối theo hàng 125 đan xen như được thể hiện trên Fig.26, thì bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể xuất ra giá trị giống như giá trị của bộ đan xen khối 124 đan xen như được thể hiện trên Fig.10.

Cụ thể, khi bộ đan xen nhóm 122 được sử dụng dựa vào biểu thức 11 và bộ đan xen khối 124 được sử dụng, và các nhóm đầu ra của bộ đan xen nhóm 122 là Y_i với $(0 \leq i < N_{\text{group}})$, và khi bộ đan xen nhóm 122 được sử dụng dựa vào biểu thức 13 và bộ đan xen khối theo hàng 125 được sử dụng, và các nhóm đầu ra của bộ đan xen nhóm 122 là Z_i với $(0 \leq i < N_{\text{group}})$, thì mối quan hệ giữa các nhóm đầu ra Z_i và Y_i sau khi đan xen nhóm có thể được biểu diễn dưới dạng biểu thức 15 và biểu thức 16, và kết quả là, cùng một giá trị có thể được xuất ra từ bộ đan xen khối 124:

$$Z_{i+m \times j} = Y_{\alpha \times i + j} \quad \text{với } (0 \leq i < m, 0 \leq j < \alpha) \quad (15)$$

$$Z_i = Y_i \quad \text{với } (\alpha \times m \leq i < N_{\text{group}}) \quad (16)$$

trong đó α bằng $\lfloor N_{\text{group}} / m \rfloor$ và là số lượng nhóm được ghi vào một cột của phần thứ nhất khi bộ đan xen khối 124 được sử dụng, và $\lfloor N_{\text{group}} / m \rfloor$ là số nguyên lớn nhất nhỏ hơn N_{group}/m . Trong đó, m bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến hoặc bằng một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến. Ngoài ra, m là số lượng cột trong bộ đan xen khối 124 và m là số lượng hàng của bộ đan xen khối theo hàng 125.

Do đó, trường hợp bước đan xen nhóm được thực hiện bằng bộ đan xen nhóm 122 dựa vào biểu thức 11 và sau đó bước đan xen khối được thực hiện bằng bộ đan xen khối 124, và trường hợp bước đan xen nhóm được thực hiện bằng bộ đan xen nhóm 122 dựa vào biểu thức 12 và sau đó bước đan xen khối được thực hiện bằng bộ đan xen khối 124 có thể có quan hệ ngược nhau.

Ngoài ra, trường hợp bước đan xen nhóm được thực hiện bằng bộ đan xen nhóm 122 dựa vào biểu thức 13 và sau đó bước đan xen khối theo hàng được thực hiện bằng bộ đan xen khối theo hàng 125, và trường hợp bước đan xen nhóm được thực hiện bằng bộ đan xen nhóm 122 dựa vào biểu thức 14 và sau đó bước đan xen khối theo hàng được thực hiện bằng bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể có quan hệ ngược nhau.

Do đó, bộ điều biến 130 có thể ánh xạ các bit được xuất ra từ bộ đan xen khối theo hàng 125 lên ký hiệu điều biến theo phương pháp điều biến giống như phương pháp điều biến được áp dụng ở bộ đan xen khối 124.

Phương pháp đan xen bit được đề xuất theo các phương án làm ví dụ nêu trên được thực hiện bằng bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123, và bộ đan xen khối 124 như được thể hiện trên Fig.4 (bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 hoặc bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể được loại bỏ tùy theo từng trường hợp). Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ và phương pháp đan xen bit không bị giới hạn ba môđun hoặc bốn môđun nêu trên.

Ví dụ, khi bộ đan xen khối được sử dụng và phương pháp đan xen nhóm được biểu diễn theo biểu thức 11 được áp dụng, đối với các nhóm bit X_j với $(0 \leq j < N_{\text{group}})$ được

xác định theo biểu thức 9 và biểu thức 10, thì các bit thuộc m nhóm bit, ví dụ $\{X_{\pi(i)}, X_{\pi(\alpha+i)}, \dots, X_{\pi((m-1)\times\alpha+i)}\}$ với $(0 \leq i < \alpha)$, có thể tạo nên một ký hiệu điều biến.

Trong đó, α là số lượng nhóm bit tạo nên phần thứ nhất của bộ đan xen khối, và $\alpha = \lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor$. Ngoài ra, m là số lượng cột trong bộ đan xen khối và có thể bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến hoặc một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến.

Vì vậy, ví dụ, đối với các bit đã được đan xen bit chẵn lẻ u_i , $\{u_{\pi(i)+j}, u_{\pi(\alpha+i)+j}, \dots, u_{\pi((m-1)\times\alpha+i)+j}\}$ với $(0 < i \leq m, 0 < j \leq M)$ có thể tạo nên một ký hiệu điều biến. Như đã nêu trên, có nhiều phương pháp khác nhau để tạo nên một ký hiệu điều biến.

Ngoài ra, phương pháp đan xen bit được đề xuất theo các phương án làm ví dụ nêu trên được thực hiện bằng bộ đan xen bit chẵn lẻ 121, bộ đan xen nhóm 122, bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 và bộ đan xen khối theo hàng 125 như được thể hiện trên Fig.23 (bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 có thể được loại bỏ tùy theo từng trường hợp). Tuy nhiên, đó chỉ là một ví dụ và phương pháp đan xen bit không bị giới hạn ba môđun hoặc bốn môđun nêu trên.

Ví dụ, khi bộ đan xen khối theo hàng được sử dụng và phương pháp đan xen nhóm được biểu diễn theo biểu thức 13 được áp dụng, đối với các nhóm bit X_j với $(0 \leq j < N_{\text{group}})$ được xác định theo biểu thức 9 và biểu thức 10, các bit thuộc m nhóm bit, ví dụ $\{X_{\pi(m \times i)}, X_{\pi(m \times i + 1)}, \dots, X_{\pi(m \times i + (m-1))}\}$ với $(0 \leq i < \alpha)$, có thể tạo nên một ký hiệu điều biến.

Trong đó, α là số lượng nhóm bit tạo nên phần thứ nhất của bộ đan xen khối, và $\alpha = \lfloor N_{\text{group}}/m \rfloor$. Ngoài ra, m là số lượng cột trong bộ đan xen khối và có thể bằng số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến hoặc một nửa số lượng bit tạo nên ký hiệu điều biến.

Vì vậy, ví dụ, đối với các bit đã được đan xen bit chẵn lẻ u_i , $\{u_{\pi(m \times i)+j}, u_{\pi(m \times i + 1)+j}, \dots, u_{\pi(m \times i + (m-1))+j}\}$ với $(0 < i \leq m, 0 < j \leq M)$ có thể tạo nên một ký hiệu điều biến. Như đã nêu trên, có nhiều phương pháp khác nhau để tạo nên một ký hiệu điều biến.

Phương pháp xác định giá trị $\pi(j)$ là thông số dùng cho phương pháp đan xen nhóm theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Phương pháp thiết kế bộ đan xen nhóm 122 trên Fig.4 hoặc Fig.23 sẽ được mô tả

dưới đây.

Trước tiên, cần xem xét các điều kiện sau đây:

Điều kiện 1) Phương pháp đan xen khác nhau được xác định tùy theo phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Điều kiện 2) Đặc trưng hiệu suất của các bit từ mã LDPC đối với mỗi nhóm và đặc trưng hiệu suất của các bit tạo nên tín hiệu điều biến phải được xem xét đồng thời. Ví dụ, đối với từ mã LDPC, các bit ngoài cùng bên trái có thể có hiệu suất cao, và các bit ngoài cùng bên trái tạo nên ký hiệu điều biến có thể có hiệu suất cao. Nghĩa là, đối với sáu (6) bit $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5$ dùng trong phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM, hiệu suất $P(y_i)$ của mỗi bit có thể tuân theo hệ thức như sau: $P(y_0) > P(y_1) > P(y_2) > P(y_3) > P(y_4) > P(y_5)$.

Theo kết quả sử dụng mã có độ dài 64800 và áp dụng phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 64-QAM (dưới đây gọi là phương pháp điều biến 64-NUQ), có thể xác định được bit nào trong số sáu (6) bit trong phương pháp điều biến 64-NUQ được ánh xạ với 180 nhóm LDPC, có xem xét đồng thời cả các đặc trưng của mã LDPC và phương pháp điều biến, và có thể xác định được trường hợp có hiệu suất ước tính cao nhất bằng cách sử dụng phương pháp triển khai mật độ.

Nghĩa là, nhiều trường hợp mà trong đó 180 nhóm có thể được ánh xạ lên sáu (6) bit được xem xét, và giá trị ngưỡng ước tính theo lý thuyết cho từng trường hợp được tính bằng phương pháp triển khai mật độ. Trong đó, giá trị ngưỡng là giá trị SNR và xác suất xuất hiện lỗi bằng “0” trong khoảng SNR cao hơn giá trị ngưỡng khi từ mã LDPC được truyền. Vì vậy, khi từ mã LDPC được truyền theo một phương pháp trong trường hợp có giá trị ngưỡng thấp trong số nhiều trường hợp ánh xạ, có thể đảm bảo đạt được hiệu suất cao. Phương án thiết kế bộ đan xen dựa vào phương pháp triển khai mật độ là một phương án lý thuyết. Vì vậy, bộ đan xen phải được thiết kế bằng cách kiểm tra hiệu suất mã dựa vào ma trận kiểm tra chẵn lẻ được thiết kế thực tế và dựa vào sơ đồ phân bố tuần hoàn, cũng như phương pháp lý thuyết là phương pháp triển khai mật độ.

Ở đây, xét các trường hợp mà trong đó 180 nhóm có thể được ánh xạ lên sáu (6) bit được gọi là nhóm lại các nhóm thành các nhóm liên quan đến các hàng có cùng một bậc

của ma trận kiểm tra chẵn lẻ và xét xem có bao nhiêu nhóm sẽ được ánh xạ lên sáu (6) bit theo phương pháp điều biến 64-QAM.

Trường hợp áp dụng phương pháp điều biến 256-QAM sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Đối với từ mã LDPC, các bit ngoài cùng bên trái có hiệu suất cao, và hiệu suất của các bit tạo nên ký hiệu điều biến và các bit ngoài cùng bên trái có thể có giá trị cao. Nói cách khác, đối với tám bit dùng cho phương pháp điều biến chòm điểm không đồng đều 256-QAM $y_0, y_1, y_2, y_3, y_4, y_5, y_6, y_7$, hiệu suất của mỗi bit $P(y_i)$ sẽ là $P(y_0) > P(y_1) > P(y_2) > P(y_3) > P(y_4) > P(y_5) > P(y_6) > P(y_7)$. Ngoài ra, nếu tỷ lệ mã bằng 12/15, thì có 26 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, 118 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, và 36 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 2 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, trong số 180 nhóm bit của từ mã LDPC.

Theo kết quả áp dụng phương pháp triển khai mật độ, có 26 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, đối với các nhóm bit X_j với $(0 \leq j < 25)$ được xác định dựa vào biểu thức 9 và biểu thức 10, có 12 nhóm bit được ánh xạ lên y_1 , 1 nhóm bit được ánh xạ lên y_6 , và 9 nhóm bit được ánh xạ lên y_7 .

Ngoài ra, có 118 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, đối với các nhóm bit X_j với $(26 \leq j < 143)$ được xác định dựa vào biểu thức 9 và biểu thức 10, có 22 nhóm bit được ánh xạ lên y_0 , 10 nhóm bit được ánh xạ lên y_1 , 22 nhóm bit được ánh xạ lên y_2 , 22 nhóm bit được ánh xạ lên y_3 , 20 nhóm bit được ánh xạ lên y_4 , và 22 nhóm bit được ánh xạ lên y_5 .

Ngoài ra, có 36 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 2 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, đối với các nhóm bit X_j với $(144 \leq j < 180)$ được xác định dựa vào biểu thức 9 và biểu thức 10, có 2 nhóm bit được ánh xạ lên y_4 , 21 nhóm bit được ánh xạ lên y_6 , và 13 nhóm bit được ánh xạ lên y_7 .

Trong trường hợp này, các nhóm bit của từ mã LDPC được nhập vào và được ánh xạ vào phần thứ hai của bộ đan xen khối 124 hoặc bộ đan xen thứ hai 125-3 của bộ đan xen khối theo hàng 125 có thể đảm bảo đạt được hiệu suất cao nhất khi có bốn nhóm bit

trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ.

Các nội dung nêu trên có thể được biểu diễn tóm lược trong bảng 122 dưới đây:

Bảng 122

	y_0	y_1	y_2	y_3	y_4	y_5	y_6	y_7	Tổng
Bậc 14 (a)	0	12	0	0	0	0	1	9	22
Bậc 3 (b)	22	10	22	22	20	22	0	0	118
Bậc 2 (c)	0	0	0	0	2	0	21	13	36
Tổng (a+b+c)	22	22	22	22	22	22	22	22	

Nói cách khác, trong bảng 41, 22 nhóm bit {51, 122, 91, 111, 95, 100, 119, 130, 78, 57, 65, 26, 61, 126, 105, 143, 70, 132, 39, 102, 115, 116} được ánh xạ lên y_0 , và 22 nhóm bit được chọn trong số 118 nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3 trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ. Các nhóm bit được chọn này tối ưu hoá hiệu suất BER/FER thực tế.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {6, 14, 3, 21, 71, 134, 2, 0, 140, 106, 7, 118, 23, 35, 20, 17, 50, 48, 112, 13, 66, 5} được ánh xạ lên y_1 , và 12 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14, và 10 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {75, 42, 129, 107, 30, 45, 137, 114, 37, 87, 53, 85, 101, 141, 120, 99, 88, 117, 64, 28, 135, 138} được ánh xạ lên y_2 , và 22 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {108, 113, 58, 97, 38, 124, 86, 33, 74, 32, 29, 128, 67, 104, 80, 127, 56, 34, 89, 94, 49, 55} được ánh xạ lên y_3 , và 22 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {93, 136, 68, 62, 54, 40, 81, 103, 121, 76, 44, 84, 96, 123, 154, 98, 82, 142, 46, 169, 131, 72} được ánh xạ lên y_4 , và 20 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3, và 2 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 2.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {47, 69, 125, 31, 83, 36, 59, 90, 79, 52, 133, 60, 92, 139, 110, 27, 73, 43, 77, 109, 63, 41} được ánh xạ lên y_5 , và 22 nhóm bit được chọn trong số các

nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 3.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {168, 147, 161, 165, 175, 162, 164, 158, 157, 160, 150, 171, 167, 145, 151, 153, 9, 155, 170, 146, 166, 149} được ánh xạ lên y_6 , và một nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14, và 21 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 2.

Ngoài ra, 22 nhóm bit {15, 159, 11, 176, 152, 156, 144, 148, 172, 178, 24, 22, 179, 4, 163, 174, 173, 19, 10, 177, 12, 16} được ánh xạ lên y_7 , và 9 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14, và 13 nhóm bit được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 2.

Ngoài ra, 4 nhóm bit {1, 8, 18, 25} được chọn trong số các nhóm bit tương ứng với nhóm cột có bậc bằng 14, và các nhóm bit được nhập vào phần thứ hai của bộ đan xen khối hoặc bộ đan xen thứ hai của bộ đan xen khối theo hàng. Nhóm bit X_1 được ánh xạ lên y_0 hoặc y_1 , nhóm bit X_8 được ánh xạ lên y_2 hoặc y_3 , nhóm bit X_{18} được ánh xạ lên y_4 hoặc y_5 , và nhóm bit X_{25} được ánh xạ lên y_6 hoặc y_7 .

Theo phương pháp nêu trên, bộ đan xen nhóm 122 trên Fig.4 hoặc Fig.23 có thể được thiết kế.

Fig.27 là sơ đồ khối thể hiện cấu hình của thiết bị thu tín hiệu theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế. Dựa vào Fig.27, thiết bị thu tín hiệu 2700 bao gồm bộ giải điều biến 2710, bộ dòn kênh 2720, bộ giải đan xen 2730 và bộ giải mã 2740.

Bộ giải điều biến 2710 thu và giải điều biến tín hiệu được truyền từ thiết bị truyền tín hiệu 100. Cụ thể, bộ giải điều biến 2710 tạo ra giá trị tương ứng với từ mã LDPC bằng cách giải điều biến tín hiệu thu được, và cung cấp giá trị này cho bộ dòn kênh 2720. Trong trường hợp này, bộ giải điều biến 2710 có thể áp dụng phương pháp giải điều biến tương ứng với phương pháp điều biến đã dùng ở thiết bị truyền tín hiệu 100.

Giá trị tương ứng với từ mã LDPC có thể được biểu diễn dưới dạng giá trị kênh đối với tín hiệu thu được. Có nhiều phương pháp để xác định giá trị kênh, ví dụ, phương pháp xác định giá trị tỷ số hợp lý dạng loga (Log-Likelihood Ratio, LLR) có thể là một phương pháp để xác định giá trị kênh.

Giá trị LLR là giá trị lôga của tỷ số giữa xác suất mà một bit được truyền từ thiết bị

truyền tín hiệu 100 có giá trị bằng 0 và xác suất mà bit đó có giá trị bằng 1. Ngoài ra, giá trị LLR có thể là giá trị bit được xác định bằng phương pháp quyết định cứng, hoặc có thể là một giá trị tiêu biểu được xác định tùy thuộc vào phần có xác suất mà bit truyền từ thiết bị truyền tín hiệu 100 có giá trị bằng 0 hay 1.

Bộ dồn kênh 2720 dồn kênh giá trị đầu ra của bộ giải điều biến 2710 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen 2730.

Cụ thể, bộ dồn kênh 2720 là bộ phận tương ứng với bộ phân kênh như bộ phân kênh được thể hiện trên Fig.12 hoặc Fig.13 trong thiết bị truyền tín hiệu 100, và thực hiện thao tác tương ứng với bộ phân kênh. Do đó, khi bộ phân kênh được loại bỏ ra khỏi thiết bị truyền tín hiệu 100, thì bộ dồn kênh 2720 cũng có thể được loại bỏ ra khỏi thiết bị thu tín hiệu 2700.

Nghĩa là, bộ dồn kênh 2720 biến đổi giá trị đầu ra của bộ giải điều biến 2710 thành bit tương ứng với ô và xuất ra giá trị LLR theo đơn vị bit.

Trong trường hợp này, khi bộ phân kênh không làm thay đổi thứ tự của các bit từ mã LDPC như được thể hiện trên Fig.13, thì bộ dồn kênh 2720 có thể xuất ra các giá trị LLR theo thứ tự lần lượt theo đơn vị bit mà không cần thay đổi thứ tự của các giá trị LLR tương ứng với các bit của ô. Theo cách khác, bộ dồn kênh 2720 có thể sắp xếp lại thứ tự của các giá trị LLR tương ứng với các bit của ô để thực hiện thao tác ngược với thao tác phân kênh của bộ phân kênh dựa vào bảng 50.

Bộ giải đan xen 2730 giải đan xen cho giá trị đầu ra của bộ dồn kênh 2720 và cung cấp các giá trị này cho bộ giải mã 2740.

Cụ thể, bộ giải đan xen 2730 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen 120 của thiết bị truyền tín hiệu 100 và thực hiện thao tác tương ứng với bộ đan xen 120. Nghĩa là, bộ giải đan xen 2730 giải đan xen cho giá trị LLR bằng cách thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen 120.

Trong trường hợp này, bộ giải đan xen 2730 có thể có các bộ phận như được thể hiện trên Fig.28 hoặc Fig.29.

Trước tiên, như được thể hiện trên Fig.28, bộ giải đan xen 2730 bao gồm bộ giải đan xen khối 2731, bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732, bộ giải đan xen nhóm

2733 và bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế.

Bộ giải đan xen khối 2731 giải đan xen tín hiệu đầu ra của bộ dồn kênh 2720 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732.

Cụ thể, bộ giải đan xen khối 2731 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen khối 124 trong thiết bị truyền tín hiệu 100 và thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen khối 124.

Nghĩa là, bộ giải đan xen khối 2731 giải đan xen bằng cách sử dụng ít nhất một hàng của nhiều cột, tức là bằng cách ghi giá trị LLR được xuất ra từ bộ dồn kênh 2720 vào từng hàng theo hướng hàng và đọc từng cột của nhiều hàng đã ghi giá trị LLR theo hướng cột.

Trong trường hợp này, khi bộ đan xen khối 124 đan xen bằng cách phân chia cột ra thành hai phần, thì bộ giải đan xen khối 2731 có thể giải đan xen bằng cách phân chia hàng ra thành hai phần.

Ngoài ra, khi bộ đan xen khối 124 thực hiện thao tác ghi và đọc đối với nhóm không thuộc phần thứ nhất theo hướng hàng, thì bộ giải đan xen khối 2731 có thể giải đan xen bằng cách ghi và đọc giá trị tương ứng với nhóm không thuộc phần thứ nhất theo hướng hàng.

Bộ giải đan xen khối 2731 sẽ được mô tả dưới đây dựa vào Fig.31. Tuy nhiên, đó chỉ là ví dụ minh họa, và bộ giải đan xen khối 2731 có thể được thực hiện theo các phương pháp khác nhau.

Giá trị LLR đầu vào v_i với $(0 \leq i < N_{ldpc})$ được ghi vào hàng r_i , cột c_i của bộ giải đan xen khối 2731. Trong đó, $c_i = (i \bmod N_c)$, $r_i = \lfloor i / N_c \rfloor$.

Trong khi đó, giá trị LLR đầu ra q_i với $(0 \leq i < N_c \times N_{rl})$ được đọc ra từ hàng c_i , cột r_i của phần thứ nhất trong bộ giải đan xen khối 2731. Trong đó, $r_i = (i \bmod N_{rl})$, $c_i = \lfloor i / N_{rl} \rfloor$.

Ngoài ra, giá trị LLR đầu ra q_i với $(N_c \times N_{rl} \leq i < N_{ldpc})$ được đọc ra từ hàng c_i , cột r_i của phần thứ hai trong bộ giải đan xen khối 2731. Trong đó,

$$r_i = N_{r1} + \{(i - N_c \times N_{r1}) \bmod N_{r2}\}, \quad c_i = \lfloor (1 - N_c \times N_{r1}) / N_{r2} \rfloor.$$

Bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 giải đan xen cho giá trị đầu ra của bộ giải đan xen khối 2731 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen nhóm 2733.

Cụ thể, bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123 trong thiết bị truyền tín hiệu 100, và có thể thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen xoay bit trong nhóm 123.

Nghĩa là, bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 có thể sắp xếp lại các giá trị LLR của cùng một nhóm bằng cách thay đổi thứ tự của các giá trị LLR có trong cùng một nhóm. Nếu thao tác xoay bit trong nhóm không được thực hiện trong thiết bị truyền tín hiệu 100, thì bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 có thể được loại bỏ.

Bộ giải đan xen nhóm 2733 (hoặc bộ giải đan xen theo đơn vị nhóm) giải đan xen cho giá trị đầu ra của bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734.

Cụ thể, bộ giải đan xen nhóm 2733 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen nhóm 122 trong thiết bị truyền tín hiệu 100 và có thể thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen nhóm 122.

Nghĩa là, bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm. Trong trường hợp này, bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách áp dụng phương pháp đan xen được thể hiện trong các bảng từ bảng 27 đến bảng 56 để đảo ngược lại tùy theo độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Như đã nêu trên, có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm cột trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ có cấu trúc như được thể hiện trên Fig.2 và Fig.3, và một nhóm cột tương ứng với một nhóm bit. Do đó, nếu thứ tự của các nhóm cột có thay đổi trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ, thì thứ tự của các nhóm bit cũng có thể có thay đổi và theo đó bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm.

Bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 thực hiện bước giải đan xen bit chẵn lẻ cho giá trị đầu ra của bộ giải đan xen nhóm 2733 và cung cấp giá trị này cho bộ giải mã 2740.

Cụ thể, bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen bit chẵn lẻ 121 trong thiết bị truyền tín hiệu 100 và có thể thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen bit chẵn lẻ 121. Nghĩa là, bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 có thể giải đan xen cho các giá trị LLR tương ứng với các bit chẵn lẻ trong số các giá trị LLR được xuất ra từ bộ giải đan xen nhóm 2733. Trong trường hợp này, bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 có thể giải đan xen cho các giá trị LLR tương ứng với các bit chẵn lẻ theo phương pháp ngược với phương pháp đan xen bit chẵn lẻ dựa vào biểu thức 8.

Tuy nhiên, bước giải đan xen bit chẵn lẻ chỉ được thực hiện khi thiết bị truyền tín hiệu 100 tạo ra từ mã LDPC bằng cách sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 như được thể hiện trên Fig.2. Bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 có thể được loại bỏ khi từ mã LDPC được mã hoá dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 như được thể hiện trên Fig.3. Tuy nhiên, ngay cả khi từ mã LDPC được tạo ra bằng cách sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ 200 trên Fig.2, thì bước giải mã LDPC vẫn có thể được thực hiện dựa trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ 300 trên Fig.3, và trong trường hợp này, bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 có thể được loại bỏ.

Mặc dù bộ giải đan xen 2730 trên Fig.27 có ba (3) hoặc bốn (4) bộ phận như được thể hiện trên Fig.28, nhưng các chức năng của các bộ phận này có thể được thực hiện bằng một bộ phận. Ví dụ, nếu các bit mà trong đó mỗi bit thuộc mỗi nhóm bit X_a , X_b , X_c và X_d tạo nên một ký hiệu điều biến, thì bộ giải đan xen có thể giải đan xen cho các bit này vào các vị trí tương ứng với các nhóm bit của chúng dựa vào một ký hiệu điều biến thu được.

Ví dụ, nếu tỷ lệ mã bằng 12/15, và phương pháp điều biến là 256-QAM, thì bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể thực hiện bước giải đan xen dựa vào bảng 41, và trong trường hợp này, một bit từ mỗi nhóm bit X_{51} , X_6 , X_{75} , X_{108} , X_{93} , X_{47} , X_{168} , X_{15} tạo nên một ký hiệu điều biến. Vì vậy, bộ giải đan xen 2730 có thể thực hiện bước ánh xạ với giá trị ban đầu được giải mã tương ứng với các nhóm bit X_{51} , X_6 , X_{75} , X_{108} , X_{93} , X_{47} , X_{168} , X_{15} dựa vào ký hiệu điều biến thu được.

Bộ giải đan xen 2730 có thể bao gồm bộ giải đan xen khối theo hàng 2735, bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732, bộ giải đan xen nhóm 2733 và bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734, như được thể hiện trên Fig.29. Trong trường hợp này, bộ giải đan xen xoay

bit trong nhóm 2732 và bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734 thực hiện chức năng giống như trên Fig.27, và do đó ở đây sẽ không mô tả lại nữa.

Bộ giải đan xen khối theo hàng 2735 giải đan xen cho giá trị đầu ra của bộ dồn kênh 2720 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732.

Cụ thể, bộ giải đan xen khối theo hàng 2735 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen khối theo hàng 125 trong thiết bị truyền tín hiệu 100 và có thể thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen khối theo hàng 125.

Nghĩa là, bộ giải đan xen khối theo hàng 2735 có thể giải đan xen bằng cách sử dụng ít nhất một cột có nhiều hàng, tức là bằng cách ghi các giá trị LLR được xuất ra từ bộ dồn kênh 2720 vào từng cột theo hướng cột và đọc từng hàng của các cột đã ghi giá trị LLR theo hướng cột.

Tuy nhiên, khi bộ đan xen khối theo hàng 125 thực hiện thao tác ghi và đọc đối với nhóm không thuộc phần thứ nhất theo hướng cột, thì bộ giải đan xen khối theo hàng 2735 có thể giải đan xen bằng cách ghi và đọc giá trị tương ứng với nhóm không thuộc phần thứ nhất theo hướng cột.

Bộ giải đan xen nhóm 2733 giải đan xen cho giá trị đầu ra của bộ giải đan xen xoay bit trong nhóm 2732 và cung cấp giá trị này cho bộ giải đan xen bit chẵn lẻ 2734.

Cụ thể, bộ giải đan xen nhóm 2733 là bộ phận tương ứng với bộ đan xen nhóm 122 trong thiết bị truyền tín hiệu 100 và có thể thực hiện thao tác ngược với thao tác đan xen của bộ đan xen nhóm 122.

Nghĩa là, bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm. Trong trường hợp này, bộ giải đan xen nhóm 2733 có thể sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm bằng cách áp dụng phương pháp đan xen được thể hiện trong các bảng từ bảng 92 đến bảng 121 để đảo ngược lại tùy theo độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Mặc dù, bộ giải đan xen 2730 trên Fig.27 có thể có 3 hoặc 4 bộ phận như được thể hiện trên Fig.29, nhưng các chức năng của các bộ phận này có thể được thực hiện bằng một bộ phận. Ví dụ, nếu một bit thuộc mỗi nhóm bit X_a , X_b , X_c , X_d tạo nên một ký hiệu điều biến, thì bộ giải đan xen 2730 có thể thực hiện bước giải đan xen ở vị trí tương ứng

với các nhóm bit dựa vào ký hiệu điều biến thu được.

Ngoài ra, khi bước truyền tín hiệu được thực hiện từ bộ truyền dựa vào bộ đan xen khối, thì bộ thu có thể hoạt động bằng cách xác định thứ tự giải đan xen trong bộ giải đan xen 2735 dựa vào biểu thức 15 và biểu thức 16. Ngoài ra, khi bước truyền tín hiệu được thực hiện dựa vào bộ đan xen khối theo hàng từ bộ truyền, thì bộ thu có thể hoạt động bằng cách xác định thứ tự giải đan xen trong bộ giải đan xen khối 2731 dựa vào biểu thức 15 và biểu thức 16.

Bộ giải mã 2740 có thể thực hiện bước giải mã LDPC bằng cách sử dụng giá trị đầu ra của bộ giải đan xen 2730. Để làm được điều này, bộ giải mã 2740 có thể có bộ giải mã LDPC riêng biệt (không được thể hiện trên hình vẽ) để thực hiện bước giải mã LDPC.

Cụ thể, bộ giải mã 2740 là bộ phận tương ứng với bộ mã hoá 110 trong thiết bị truyền tín hiệu 200 và có thể sửa lỗi bằng cách thực hiện bước giải mã LDPC dựa vào giá trị LLR được xuất ra từ bộ giải đan xen 2730.

Ví dụ, bộ giải mã 2740 có thể thực hiện bước giải mã LDPC theo phương pháp giải mã lặp dựa vào thuật toán tổng-tích. Thuật toán tổng-tích là một ví dụ về thuật toán truyền thông báo, và thuật toán truyền thông báo là thuật toán trao đổi các thông báo (ví dụ giá trị LLR) theo cạnh nối trên đồ thị hai phía, tính thông báo xuất ra từ các thông báo nhập vào các nút thay đổi hoặc các nút kiểm tra, và cập nhật thông báo.

Bộ giải mã 2740 có thể sử dụng ma trận kiểm tra chẵn lẻ khi thực hiện bước giải mã LDPC. Trong trường hợp này, ma trận con từ thông tin trong ma trận kiểm tra chẵn lẻ được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 theo tỷ lệ mã và độ dài của từ mã LDPC, và ma trận con chẵn lẻ có thể có cấu trúc hai đường chéo.

Ngoài ra, thông tin về ma trận kiểm tra chẵn lẻ và thông tin về tỷ lệ mã, v.v., được dùng khi giải mã LDPC có thể được lưu trữ trước trong thiết bị thu tín hiệu 2700 hoặc có thể được cung cấp từ thiết bị truyền tín hiệu 100.

Fig.30 là lưu đồ thể hiện phương pháp xử lý tín hiệu trong thiết bị truyền tín hiệu theo phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế.

Trước tiên, từ mã LDPC được tạo ra bằng cách thực hiện bước mã hoá LDPC (S3010). Trong trường hợp này, khi thực hiện bước mã hoá LDPC, có thể sử dụng ma

trận kiểm tra chẵn lẻ có ma trận con từ thông tin được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 4 đến bảng 26 và ma trận con chẵn lẻ có cấu trúc hai đường chéo (tức là ma trận kiểm tra chẵn lẻ như được thể hiện trên Fig.2), hoặc ma trận kiểm tra chẵn lẻ thu được sau khi hoán vị hàng và cột trên ma trận kiểm tra chẵn lẻ trên Fig.2 dựa vào biểu thức 4 và biểu thức 5 (tức là ma trận kiểm tra chẵn lẻ như được thể hiện trên Fig.3).

Sau đó, từ mã LDPC được đan xen (S3020).

Từ mã LDPC đã đan xen được ánh xạ lên ký hiệu điều biến (S3030). Trong trường hợp này, một bit có trong một nhóm định trước trong số các nhóm của từ mã LDPC có thể được ánh xạ lên một bit định trước của ký hiệu điều biến.

Trong đó, mỗi nhóm có thể có 360 bit.

Ở bước S3020, các bit chẵn lẻ của từ mã LDPC có thể được đan xen, từ mã LDPC đã đan xen bit chẵn lẻ có thể được phân chia ra thành nhiều nhóm, thứ tự của các nhóm có thể được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm, và các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự có thể được đan xen.

Cụ thể, thứ tự của các nhóm có thể được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm dựa vào biểu thức 11 nêu trên. Trong trường hợp này, giá trị $\pi(j)$ trong biểu thức 11 có thể được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Ví dụ, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 37 nêu trên khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 6/15.

Ví dụ khác, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 38 nêu trên khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 8/15.

Ví dụ khác, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 39 nêu trên khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Ví dụ khác, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 40 nêu trên khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 10/15.

Ví dụ khác, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định trong bảng 41 nêu trên khi độ dài của từ mã LDPC bằng 64800, phương pháp điều biến là 256-QAM, và tỷ lệ mã bằng 12/15.

Tuy nhiên, đó chỉ là các ví dụ minh họa. Giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 27 đến bảng 36 theo độ dài của từ mã LDPC, phương pháp điều biến và tỷ lệ mã.

Ngoài ra, biểu thức 12 có thể được sử dụng để sắp xếp lại thứ tự của các nhóm theo đơn vị nhóm. Trong trường hợp này, giá trị $\pi(j)$ có thể được xác định như được thể hiện trong các bảng từ bảng 42 đến bảng 56 nêu trên.

Các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự có thể được đan xen bằng cách ghi các nhóm vào từng cột trong số các cột theo đơn vị nhóm theo hướng cột, và đọc từng hàng của các cột đã ghi các nhóm theo đơn vị nhóm theo hướng hàng.

Đối với trường hợp này, trong số các nhóm có ít nhất một số nhóm có thể ghi được vào từng cột trong số các cột theo đơn vị nhóm sẽ được ghi vào từng cột trong số các cột theo thứ tự lần lượt, và sau đó các nhóm còn lại được phân chia và ghi vào các phần khác còn lại trong mỗi cột trong số các cột sau khi ít nhất một số nhóm đã được ghi theo đơn vị nhóm.

Ngoài ra, thứ tự của các nhóm được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm sao cho các nhóm có các bit được ánh xạ vào cùng một vị trí trong các ký hiệu điều biến khác nhau được sắp xếp theo thứ tự lần lượt liên kề với nhau, và nhóm định trước được ghi vào một cột định trước.

Trong trường hợp này, ở bước S3030, ký hiệu điều biến có thể được tạo ra bằng cách ánh xạ các bit được xuất ra từ một cột định trước lên một bit định trước của mỗi ký hiệu điều biến.

Ở bước S3020, bước đan xen có thể được thực hiện theo các phương pháp khác ngoài phương pháp nêu trên.

Cụ thể, bước đan xen có thể được thực hiện dựa vào biểu thức 13 và các bảng từ bảng 92 đến bảng 106 nêu trên, hoặc có thể được thực hiện dựa vào biểu thức 14 và các bảng từ bảng 107 đến bảng 121 nêu trên.

Trong các trường hợp như vậy, thứ tự của các nhóm có thể được sắp xếp lại theo đơn vị nhóm sao cho sơ đồ sắp xếp, trong đó các nhóm có các bit được ánh xạ lên cùng một ký hiệu điều biến được sắp xếp với thứ tự lần lượt theo đơn vị nhóm, sẽ được lặp lại.

Khi các nhóm được đan xen, bước đan xen này có thể được thực hiện bằng cách ghi vào từng hàng ít nhất một nhóm có các bit được ánh xạ lên cùng một ký hiệu điều biến trong số các nhóm đã được sắp xếp lại thứ tự theo hướng hàng, và đọc từng cột của hàng đã ghi ít nhất một nhóm theo hướng cột.

Vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính trong đó lưu trữ chương trình để lần lượt thực hiện các phương pháp xử lý tín hiệu nêu trên theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế, có thể được tạo ra.

Vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính là phương tiện lưu trữ dữ liệu ở dạng bán cố định và có thể đọc được bằng máy tính, chứ không phải là phương tiện lưu trữ dữ liệu trong thời gian ngắn như thanh ghi, bộ nhớ tác động nhanh, và bộ nhớ. Cụ thể, nhiều ứng dụng hoặc chương trình nêu trên có thể được lưu trữ trên vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính như đĩa compac (Compact Disc, CD), đĩa đa năng kỹ thuật số (Digital Versatile Disc, DVD), đĩa cứng, đĩa Blu-ray, bộ nhớ theo giao thức bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, USB), thẻ nhớ và bộ nhớ chỉ đọc (Read-Only Memory, ROM), và các ứng dụng hoặc chương trình đó có thể được tạo ra.

Các bộ phận, phần tử hoặc đơn vị được biểu thị ở dạng khối như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.1, Fig.4, Fig.12, Fig.13, Fig.23 và từ Fig.27 đến Fig.29 có thể được thực hiện dưới dạng các cấu trúc phần cứng, phần mềm và/hoặc phần sụn để thực hiện các chức năng tương ứng nêu trên theo các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế. Ví dụ, các bộ phận, phần tử hoặc đơn vị có thể sử dụng cấu trúc mạch trực tiếp, như bộ nhớ, khối xử lý, mạch logic, bảng tra cứu, v.v., để có thể thực hiện các chức năng tương ứng theo sự điều khiển của một hoặc nhiều bộ vi xử lý hoặc các thiết bị điều khiển khác. Các bộ phận, phần tử hoặc đơn vị này có thể được thể hiện ở dạng cụ thể bằng môđun, chương trình hoặc đoạn mã, chứa một hoặc nhiều lệnh thi hành được để thực hiện các chức năng logic cụ thể. Ngoài ra, ít nhất một trong số các bộ phận, phần tử hoặc đơn vị nêu trên có thể còn có bộ xử lý như bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit, CPU) để thực hiện các chức năng tương ứng, bộ vi xử lý, hoặc các thiết bị tương tự khác.

Mặc dù trong các sơ đồ khối thể hiện thiết bị truyền tín hiệu và thiết bị thu tín hiệu không thể hiện bus, nhưng sự truyền thông giữa các bộ phận trong mỗi thiết bị có thể được thực hiện thông qua bus. Ngoài ra, mỗi thiết bị có thể còn có bộ xử lý như bộ xử lý

trung tâm (CPU) hoặc bộ vi xử lý để thực hiện các bước khác nhau nêu trên.

Các phương án làm ví dụ và các ưu điểm nêu trên chỉ là ví dụ minh họa và không được coi là nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế. Các phương án làm ví dụ này có thể được áp dụng dễ dàng cho các loại thiết bị khác. Ngoài ra, phần mô tả các phương án làm ví dụ thực hiện sáng chế chỉ được coi là ví dụ minh họa, và không được coi là nhằm giới hạn phạm vi của sáng chế, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ dễ dàng tìm ra nhiều phương án thay thế, sửa đổi và cải biến.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền tín hiệu phát rộng truyền hình (Television, TV) của thiết bị truyền tín hiệu phát rộng TV để truyền dữ liệu phát rộng TV, bao gồm các bước:

mã hoá các bit đầu vào để tạo ra các bit chẵn lẻ dựa vào mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low Density Parity Check, LDPC) có tỷ lệ mã bằng 12/15 và độ dài mã bằng 64800, trong đó các bit đầu vào này là dựa trên dữ liệu phát rộng TV;

đan xen các bit chẵn lẻ;

phân chia từ mã gồm các bit đầu vào và các bit chẵn lẻ đã được đan xen ra thành nhiều nhóm bit;

đan xen các nhóm bit này;

đan xen các nhóm bit đã được đan xen để tạo ra từ mã đã được đan xen;

ánh xạ các bit của từ mã đã được đan xen lên các điểm trong chòm điểm, trong đó các điểm trong chòm điểm này được thu nhận theo phương pháp điều biến biên độ vuông góc có 256 điểm (256-Quadrature Amplitude Modulation, 256-QAM);

tạo ra tín hiệu phát rộng TV dựa vào các điểm trong chòm điểm đã được ánh xạ bằng cách sử dụng quy trình xử lý dòn kênh phân tần trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM); và

truyền tín hiệu phát rộng TV đã tạo ra,

trong đó các nhóm bit được đan xen dựa vào biểu thức như sau:

$$Y_j = X_{\pi(j)} \quad \text{với } (0 \leq j < N_{\text{group}}),$$

trong đó X_j là nhóm bit thứ j trong số các nhóm bit, Y_j là nhóm bit thứ j trong số các nhóm bit đã được đan xen, N_{group} là tổng số nhóm bit, và $\pi(j)$ là thứ tự đan xen, và

trong đó $\pi(j)$ được xác định như được thể hiện trong bảng dưới đây:

	Thứ tự đan xen $\pi(j)$ ($0 \leq j < 180$)																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179				
12/15	51	122	91	111	95	100	119	130	78	57	65	26	61	126	105	143	70	132	39	102	115	116	6
	14	3	21	71	134	2	0	140	106	7	118	23	35	20	17	50	48	112	13	66	5	75	42
	129	107	30	45	137	114	37	87	53	85	101	141	120	99	88	117	64	28	135	138	108	113	58
	97	38	124	86	33	74	32	29	128	67	104	80	127	56	34	89	94	49	55	93	136	68	62
	54	40	81	103	121	76	44	84	96	123	154	98	82	142	46	169	131	72	47	69	125	31	83
	36	59	90	79	52	133	60	92	139	110	27	73	43	77	109	63	41	168	147	161	165	175	162
	164	158	157	160	150	171	167	145	151	153	9	155	170	146	166	149	15	159	11	176	152	156	144
	148	172	178	24	22	179	4	163	174	173	19	10	177	12	16	1	8	18	25				

2. Phương pháp truyền tín hiệu phát rộng TV theo điểm 1, trong đó mỗi nhóm bit có 360 bit.

3. Phương pháp truyền tín hiệu phát rộng TV theo điểm 1, trong đó giá trị $\pi(j)$ được xác định dựa vào ít nhất một thông số trong số độ dài của từ mã LDPC, tỷ lệ mã của từ mã LDPC, phương pháp điều biến để ánh xạ.

4. Phương pháp thu tín hiệu phát rộng truyền hình bao gồm các bước:

thu tín hiệu từ thiết bị truyền tín hiệu phát rộng truyền hình;

giải điều biến tín hiệu để tạo ra các giá trị theo phương pháp điều biến biên độ vuông góc có 256 điểm (256-QAM);

phân chia các giá trị này ra thành nhiều nhóm;

giải đan xen cho các nhóm; và

giải mã các giá trị của các nhóm đã được giải đan xen dựa vào mã kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (LDPC) có tỷ lệ mã bằng 12/15 và độ dài mã bằng 64800 bit,

trong đó các nhóm được giải đan xen dựa vào biểu thức như sau:

$$Y_{\pi(j)} = X_j \text{ với } (0 \leq j < N_{\text{group}}),$$

trong đó X_j là nhóm thứ j trong số các nhóm, Y_j là nhóm thứ j trong số các nhóm đã được giải đan xen, N_{group} là tổng số nhóm, và $\pi(j)$ là thứ tự giải đan xen để giải đan xen, và

trong đó $\pi(j)$ được xác định như được thể hiện trong bảng dưới đây:

	Thứ tự giải đan xen $\pi(j) \ (0 \leq j < 180)$																							
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
Tỷ lệ mã	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	
	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	
	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	
	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	
	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	
	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	
	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179					
12/15	51	122	91	111	95	100	119	130	78	57	65	26	61	126	105	143	70	132	39	102	115	116	6	
	14	3	21	71	134	2	0	140	106	7	118	23	35	20	17	50	48	112	13	66	5	75	42	
	129	107	30	45	137	114	37	87	53	85	101	141	120	99	88	117	64	28	135	138	108	113	58	
	97	38	124	86	33	74	32	29	128	67	104	80	127	56	34	89	94	49	55	93	136	68	62	
	54	40	81	103	121	76	44	84	96	123	154	98	82	142	46	169	131	72	47	69	125	31	83	
	36	59	90	79	52	133	60	92	139	110	27	73	43	77	109	63	41	168	147	161	165	175	162	
	164	158	157	160	150	171	167	145	151	153	9	155	170	146	166	149	15	159	11	176	152	156	144	
	148	172	178	24	22	179	4	163	174	173	19	10	177	12	16	1	8	18	25					

5. Phương pháp thu tín hiệu phát rộng truyền hình theo điểm 4, trong đó mỗi nhóm có 360 giá trị.

6. Phương pháp thu tín hiệu phát rộng truyền hình theo điểm 4, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

giải đan xen cho một hoặc nhiều giá trị trong số các giá trị của các nhóm đã được giải đan xen,

trong đó bước giải mã giải mã các giá trị của các nhóm đã được giải đan xen gồm một hoặc nhiều giá trị đã được giải đan xen.

Fig. 1

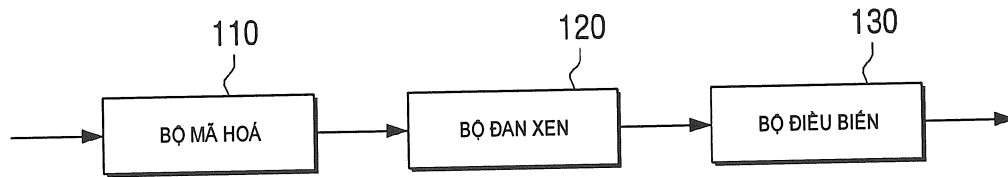
100

Fig. 2

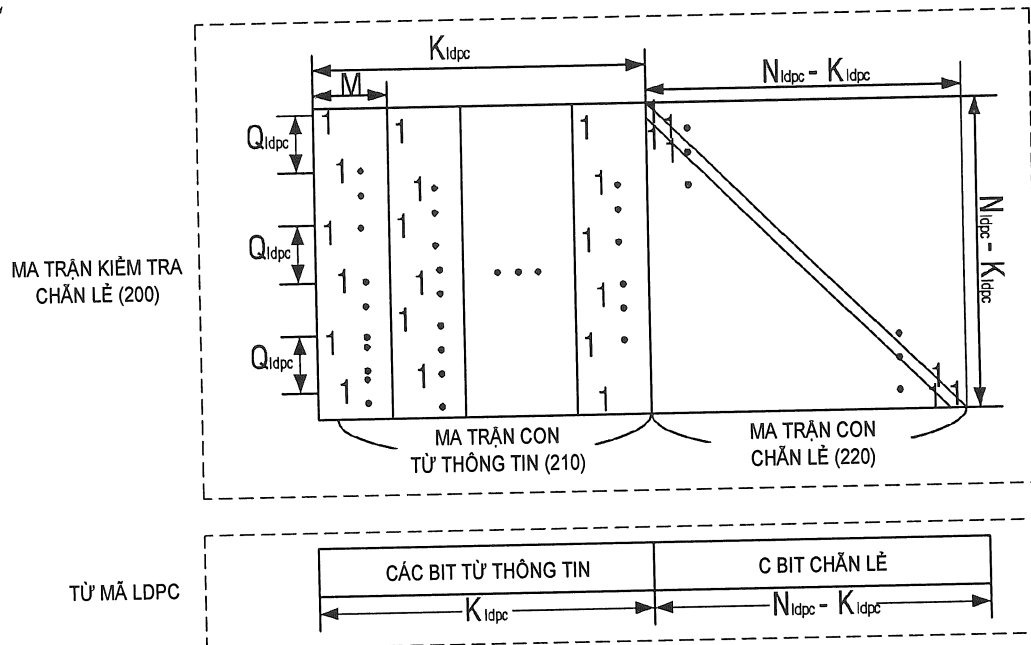


Fig. 3

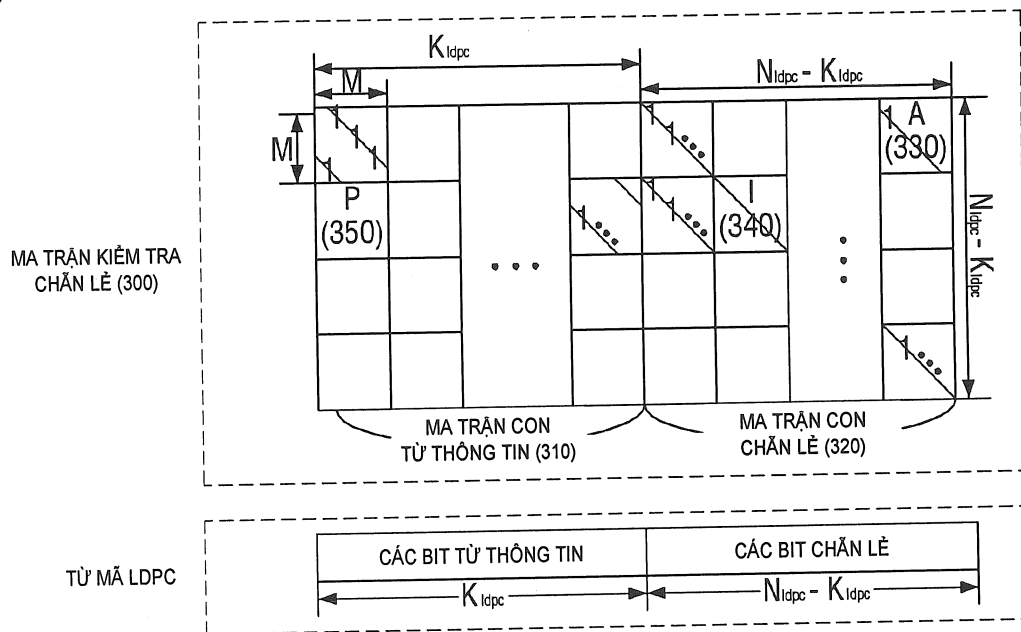


Fig. 4

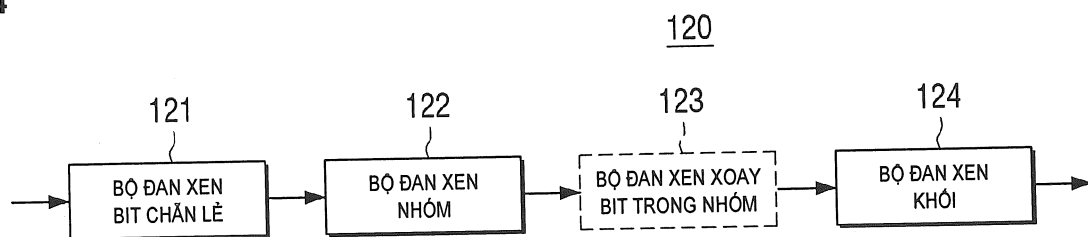


Fig. 5

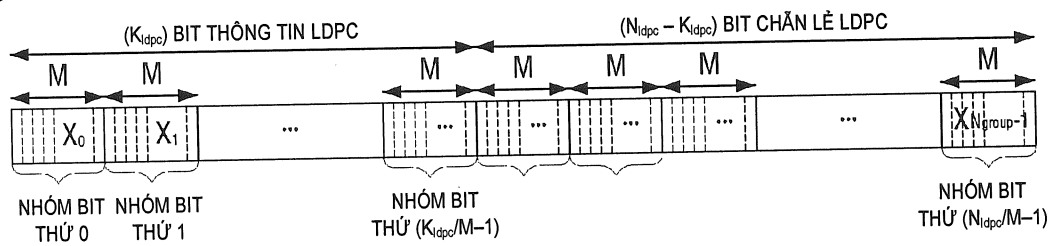


Fig. 6

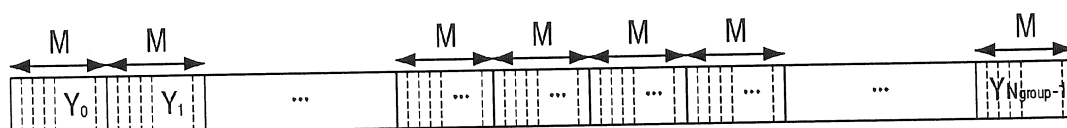


Fig. 7

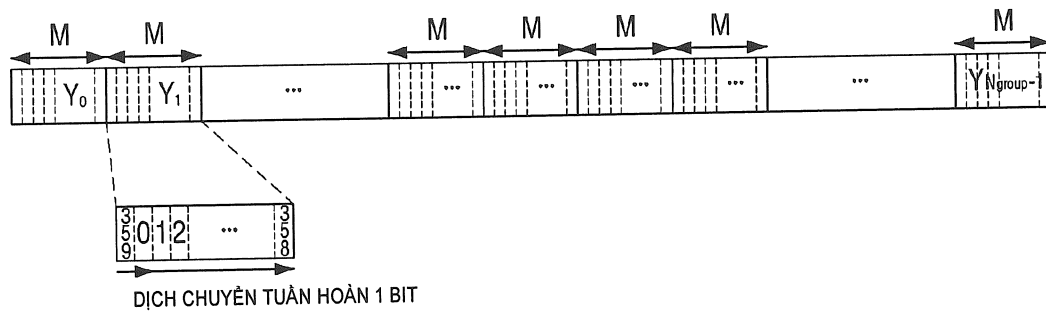


Fig. 8

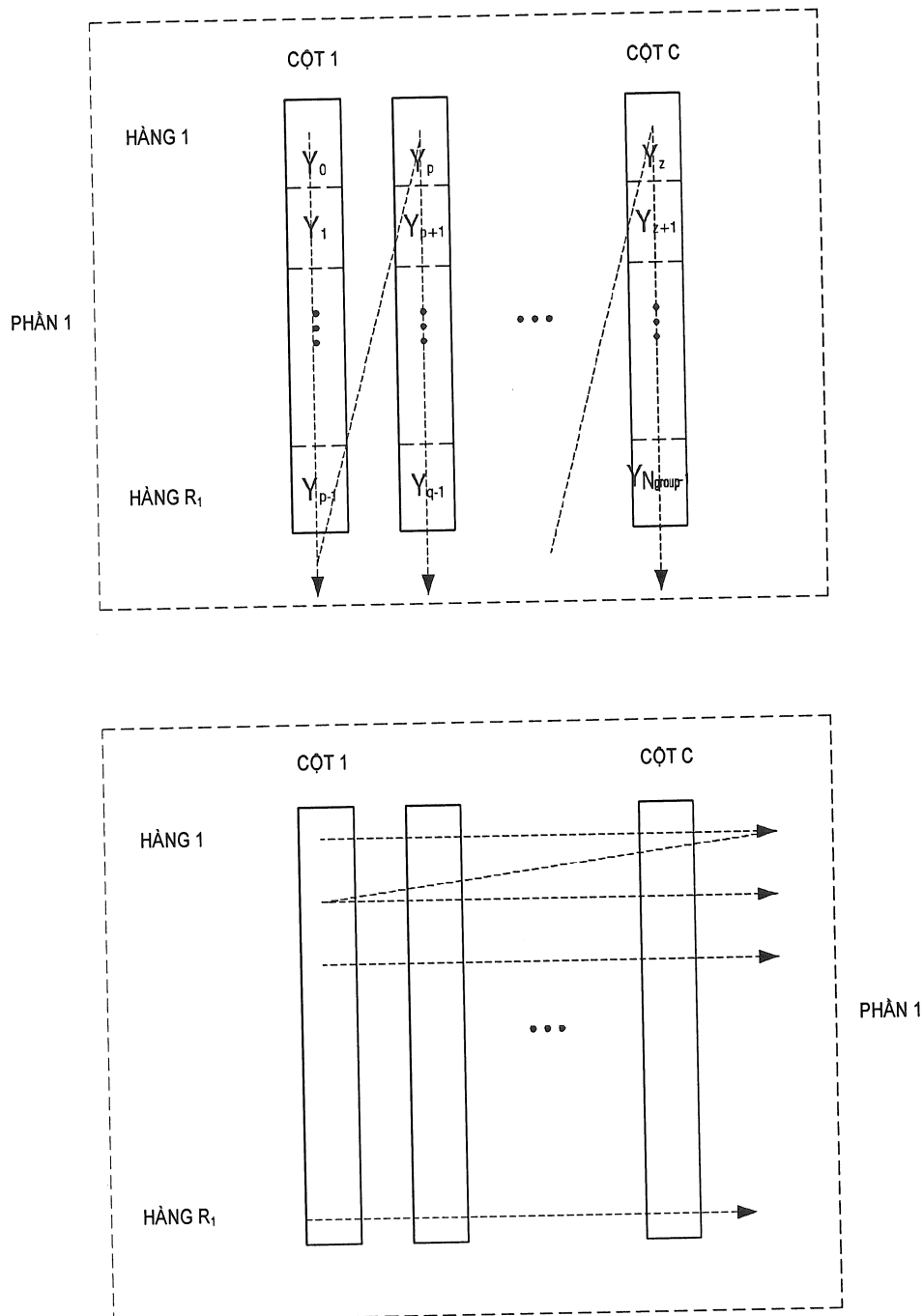


Fig. 9

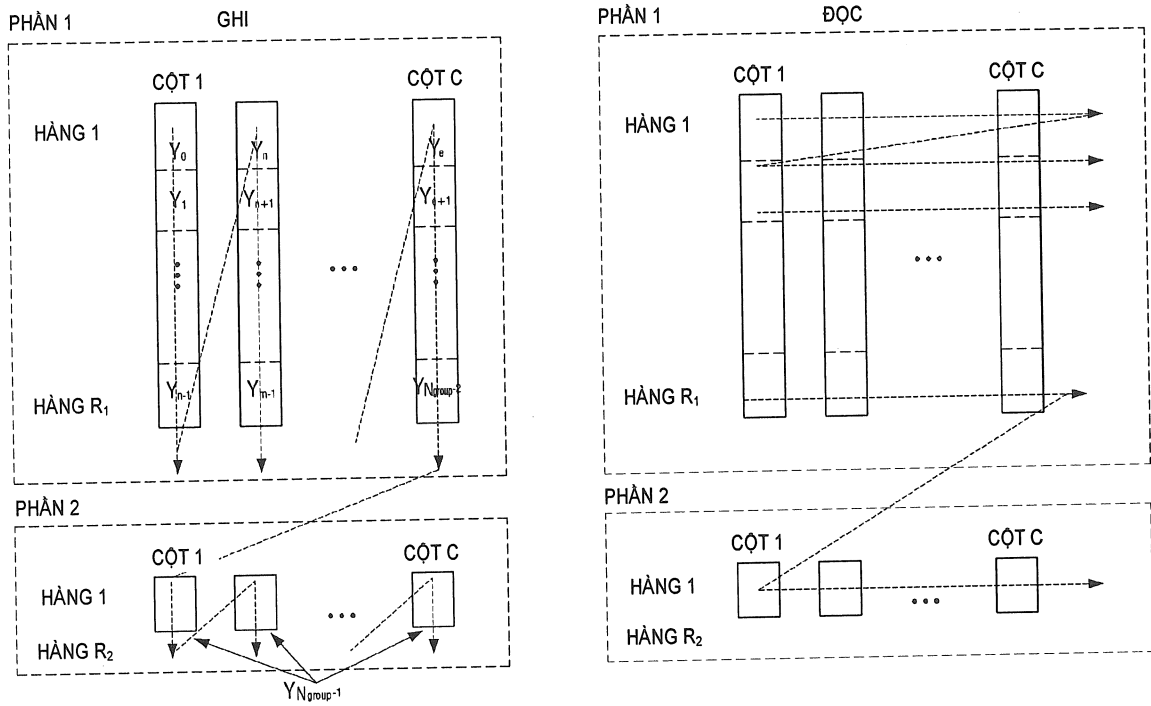


Fig. 10

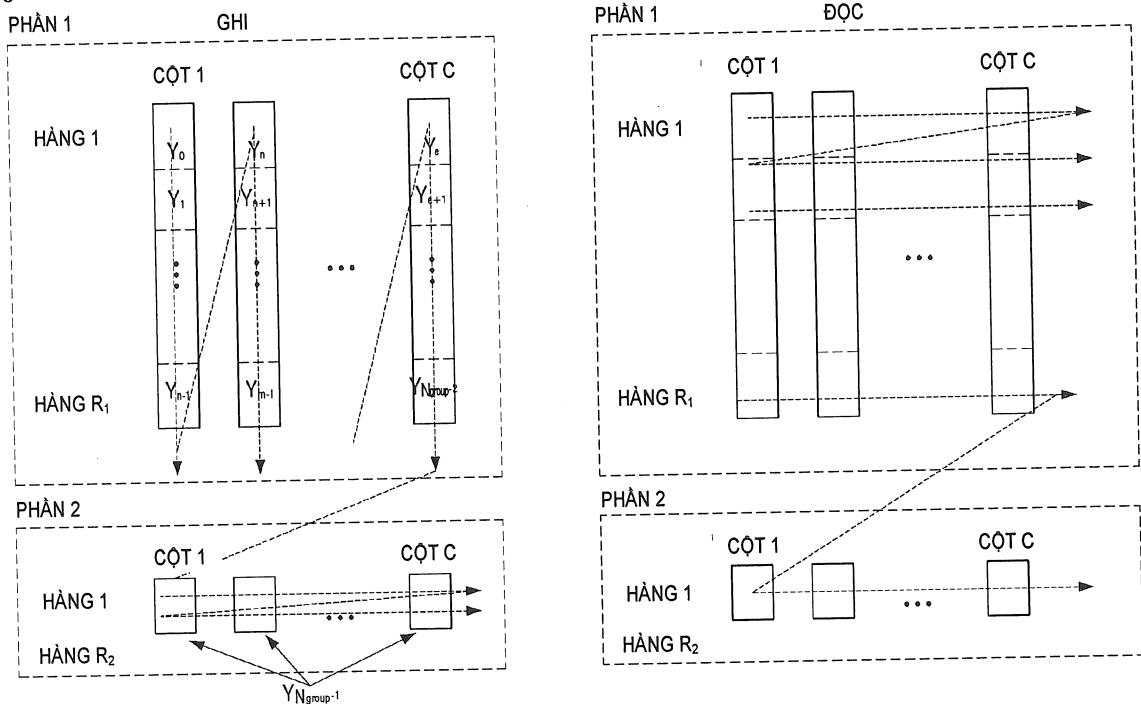


Fig. 11

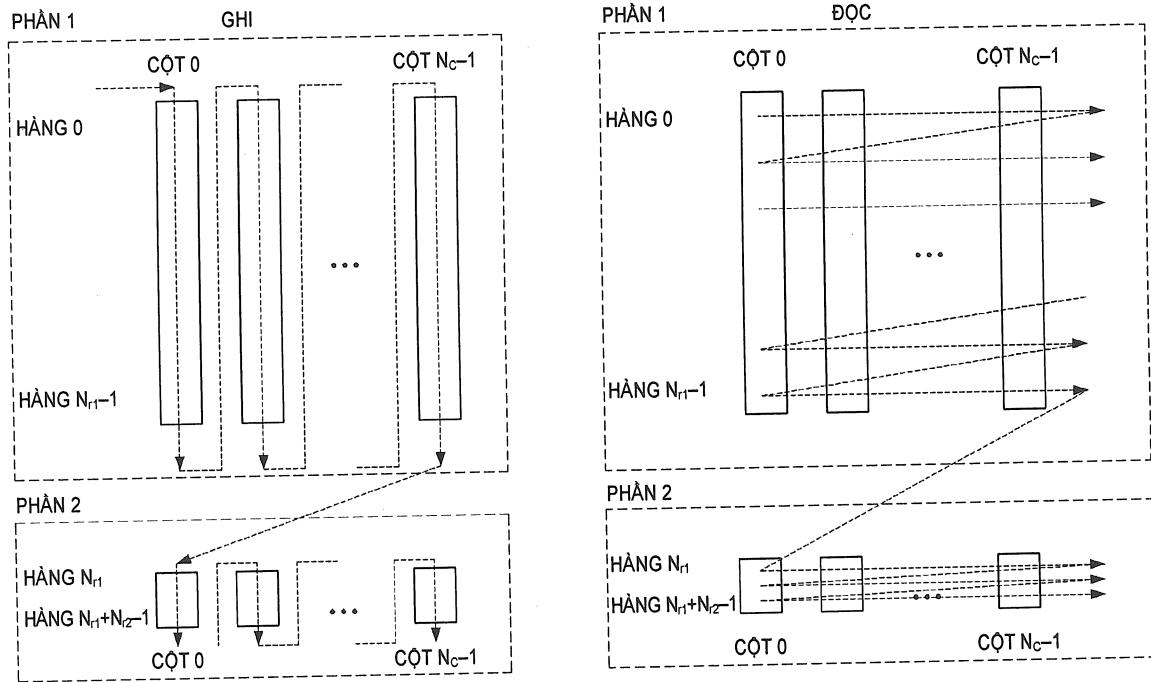


Fig. 12

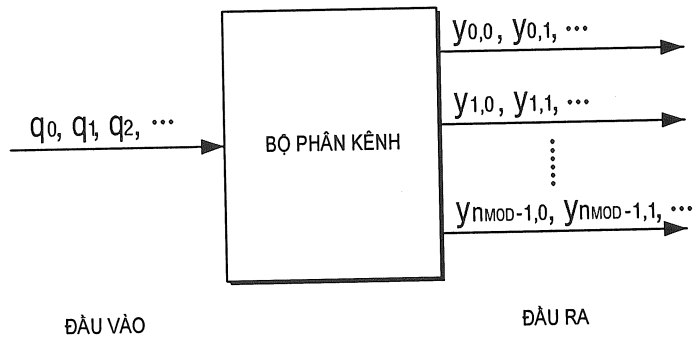


Fig. 13

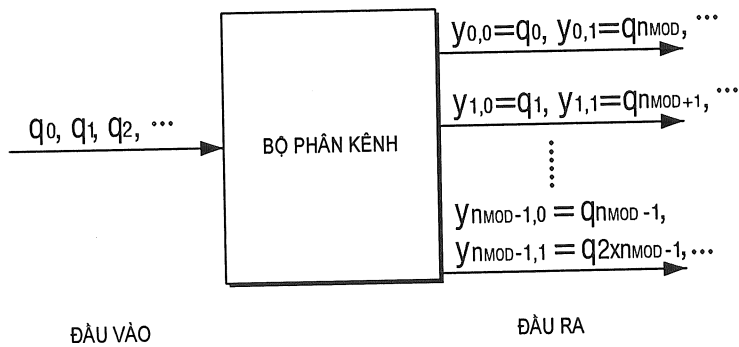


Fig. 14

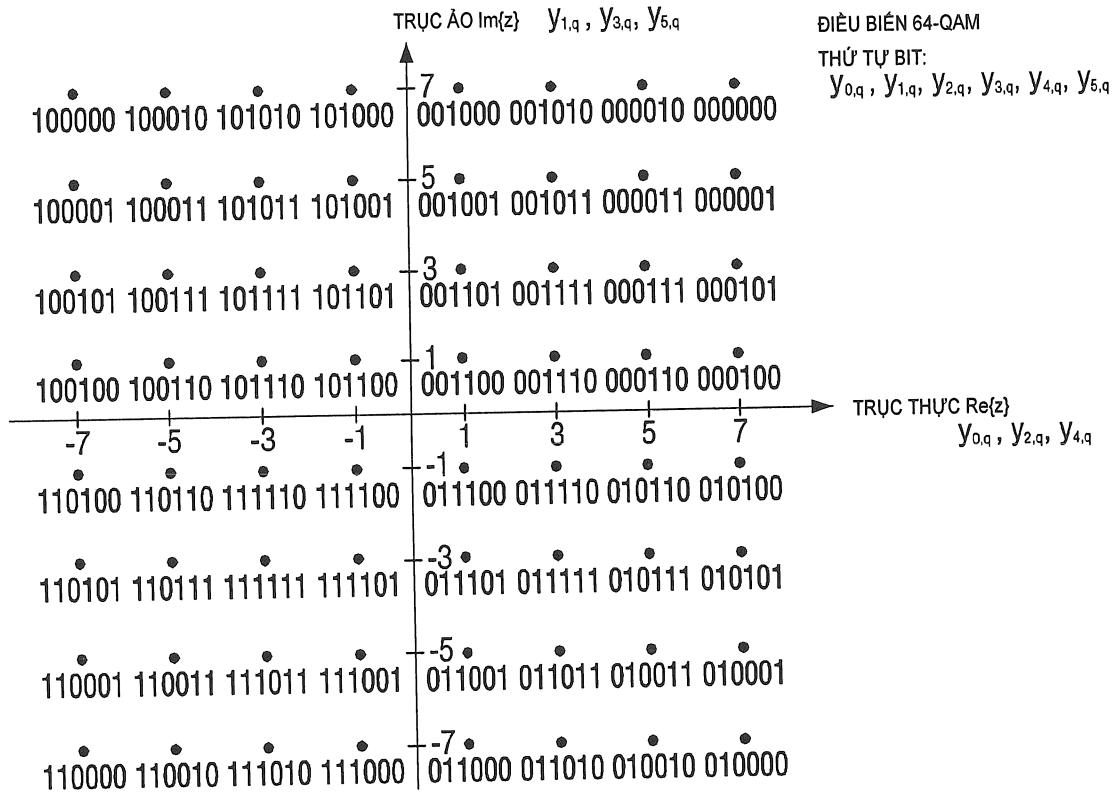
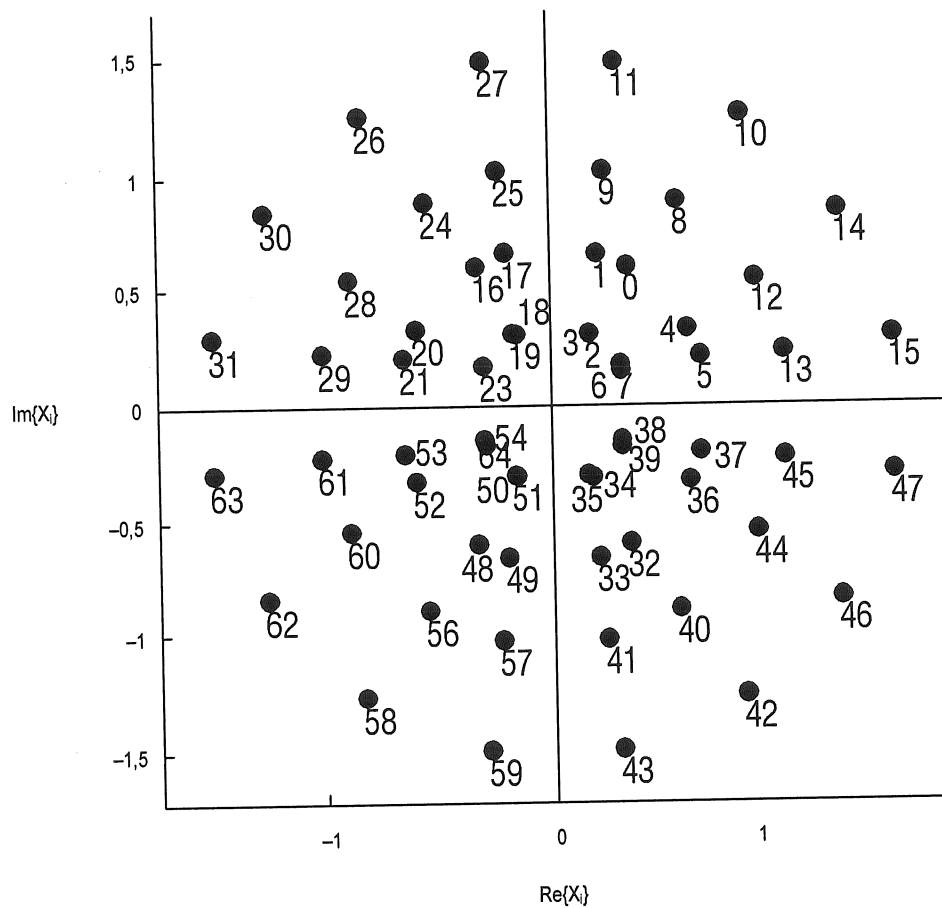


Fig. 15



7/13

Fig. 16

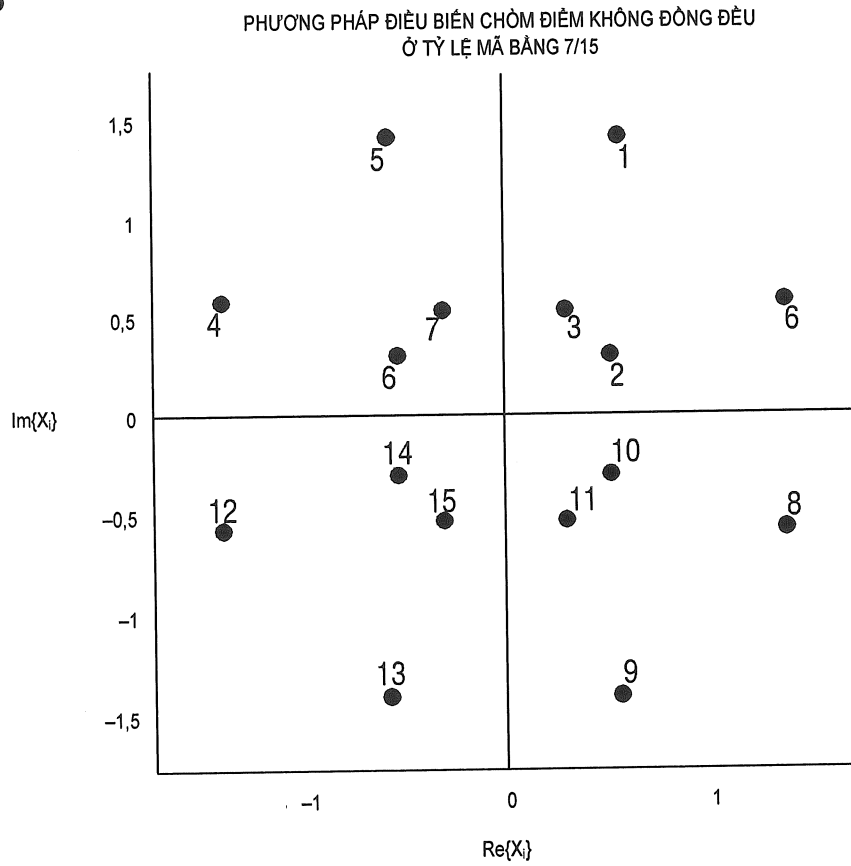


Fig. 17

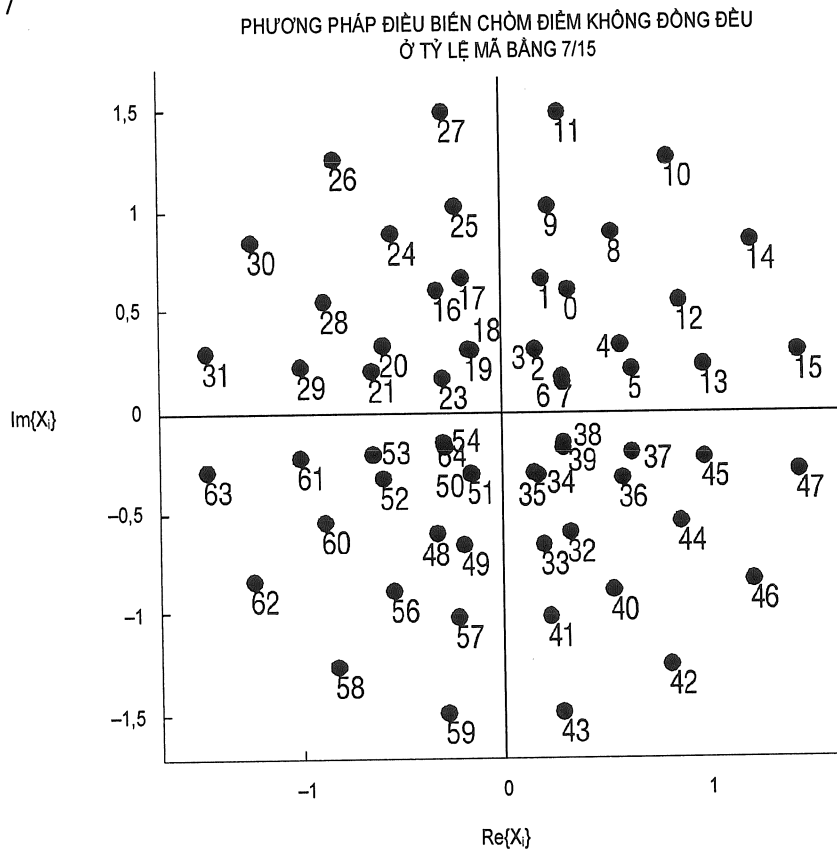


Fig. 18

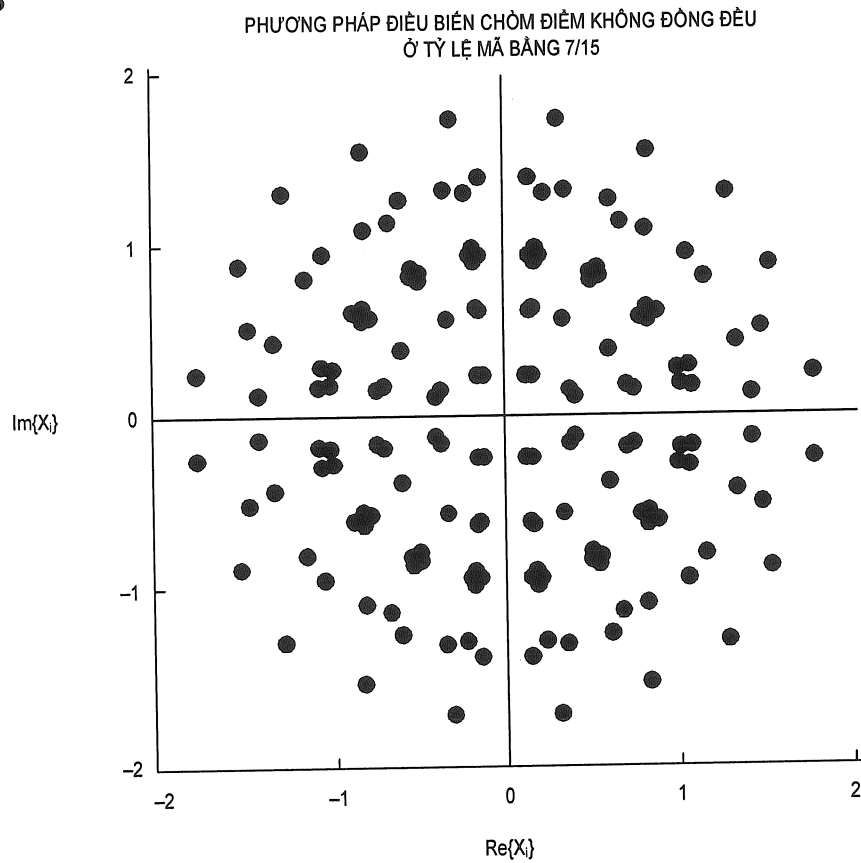


Fig. 19

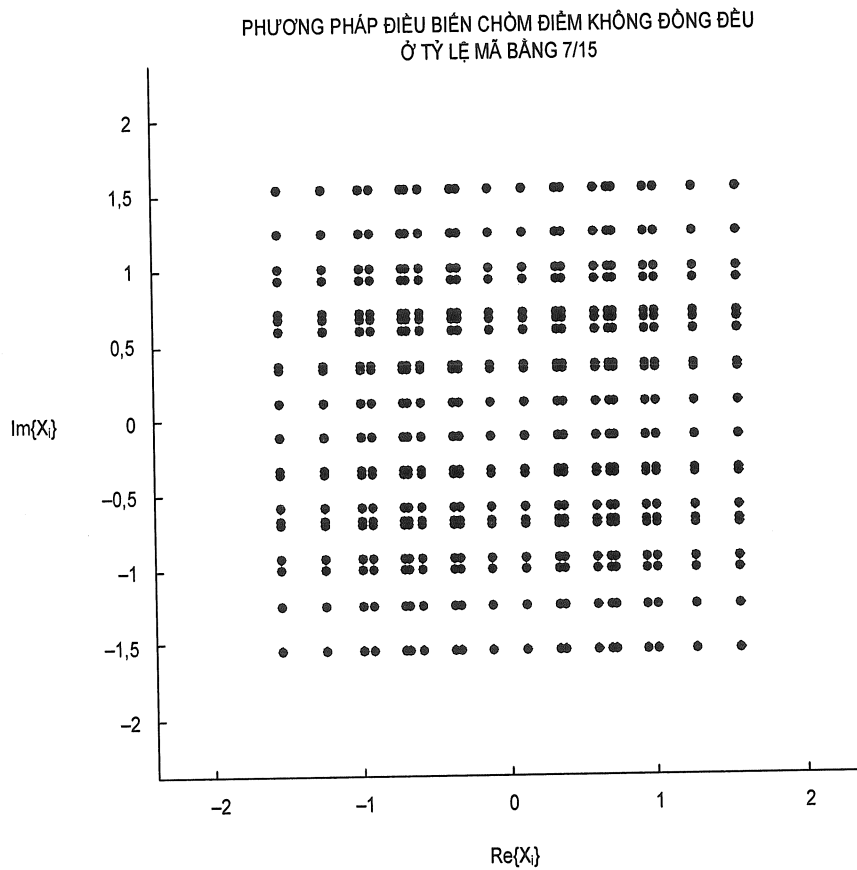


Fig. 20

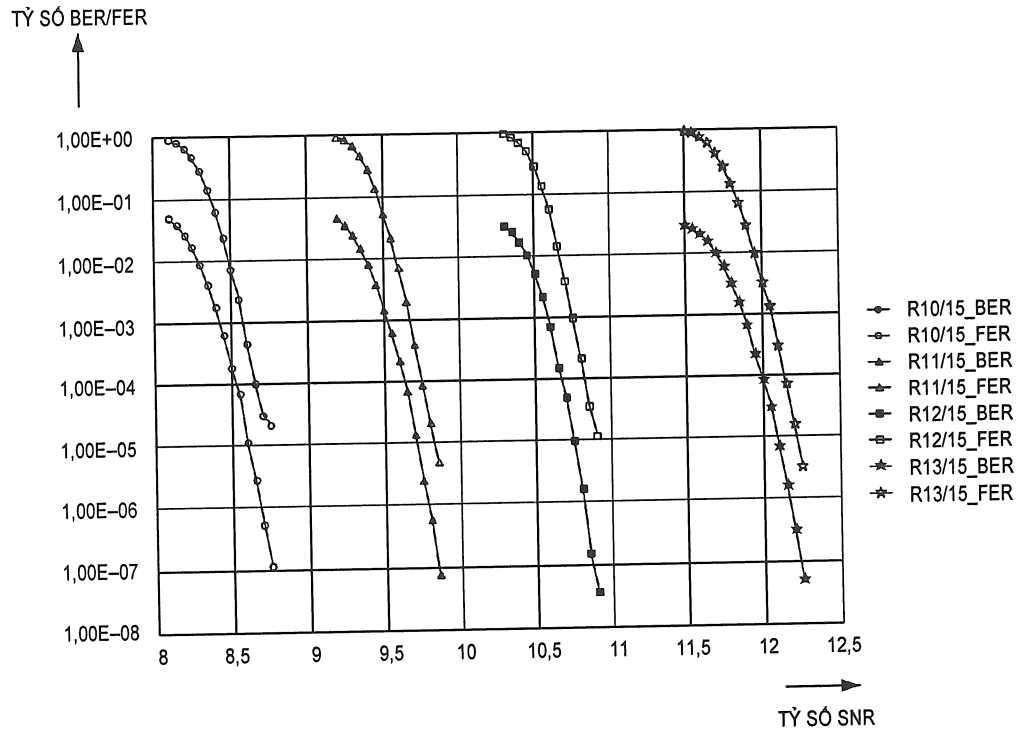


Fig. 21

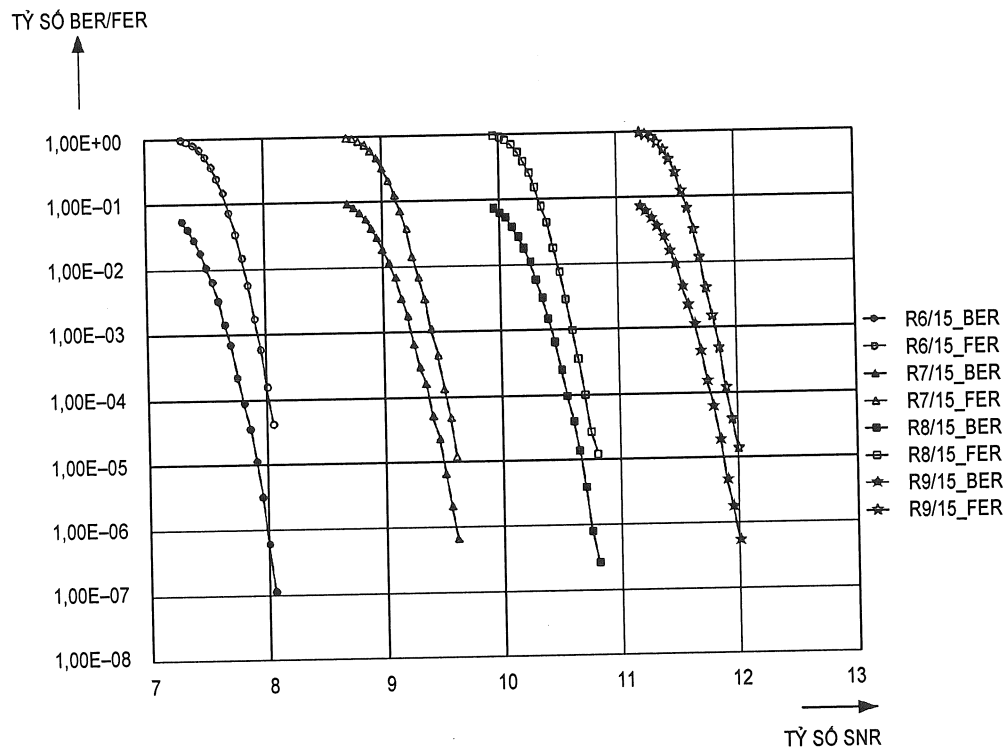


Fig. 22

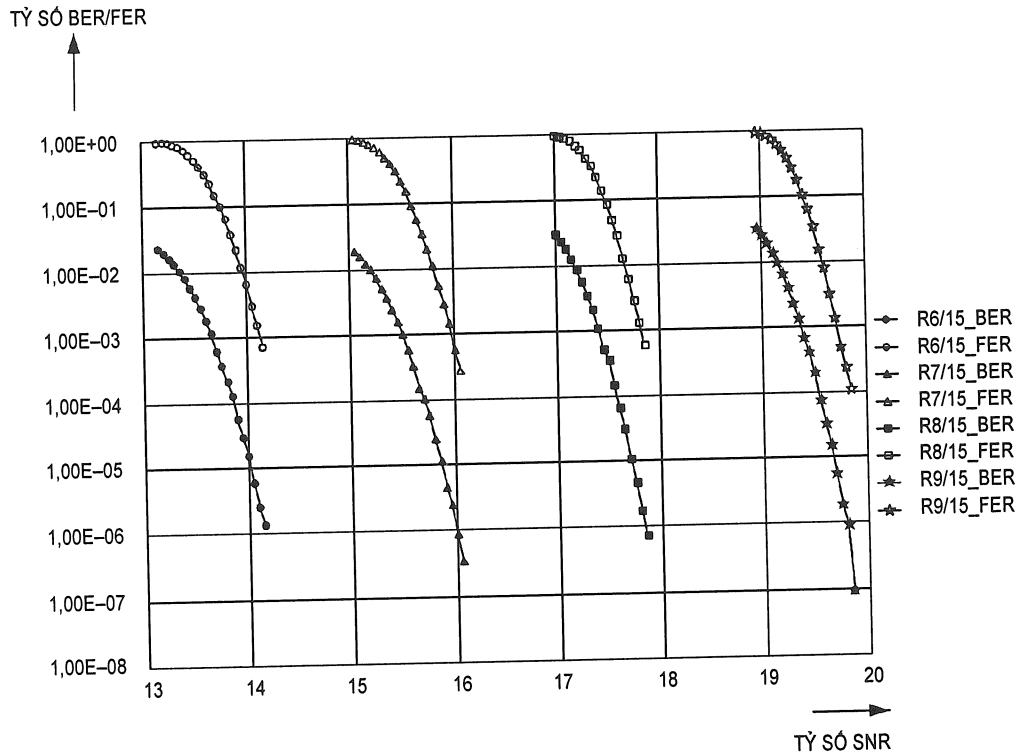


Fig. 23

120

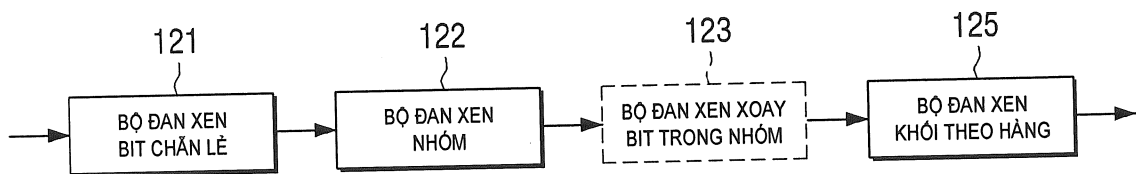


Fig. 24

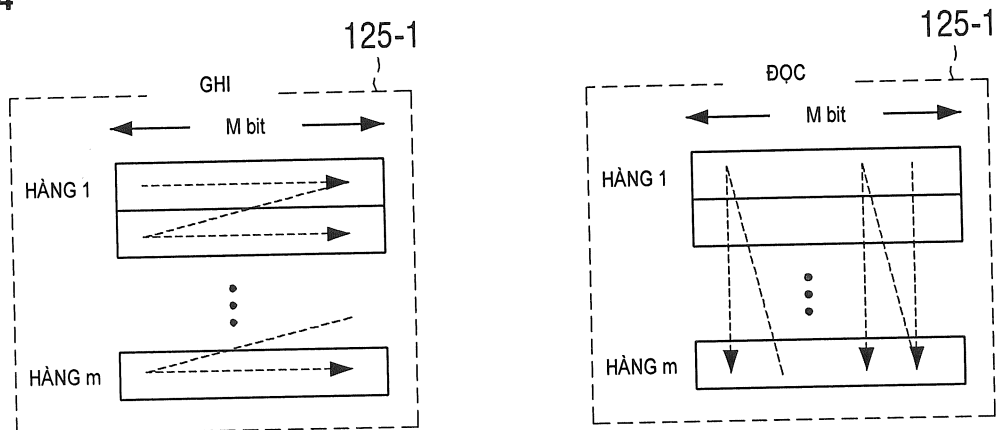


Fig. 25

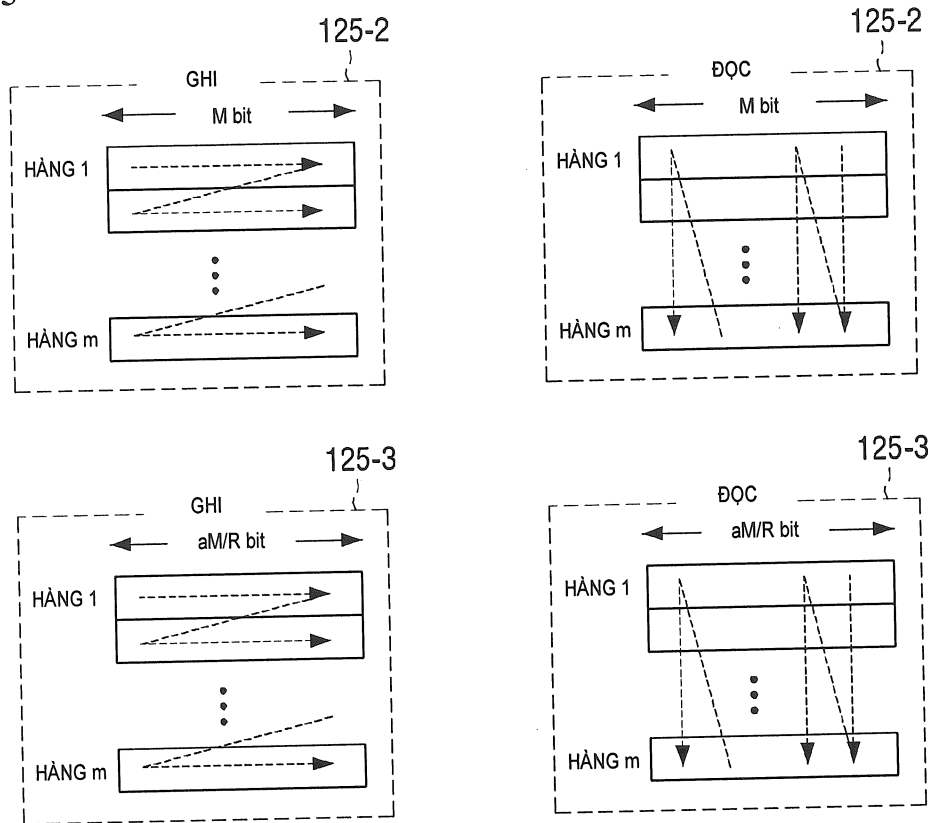


Fig. 26

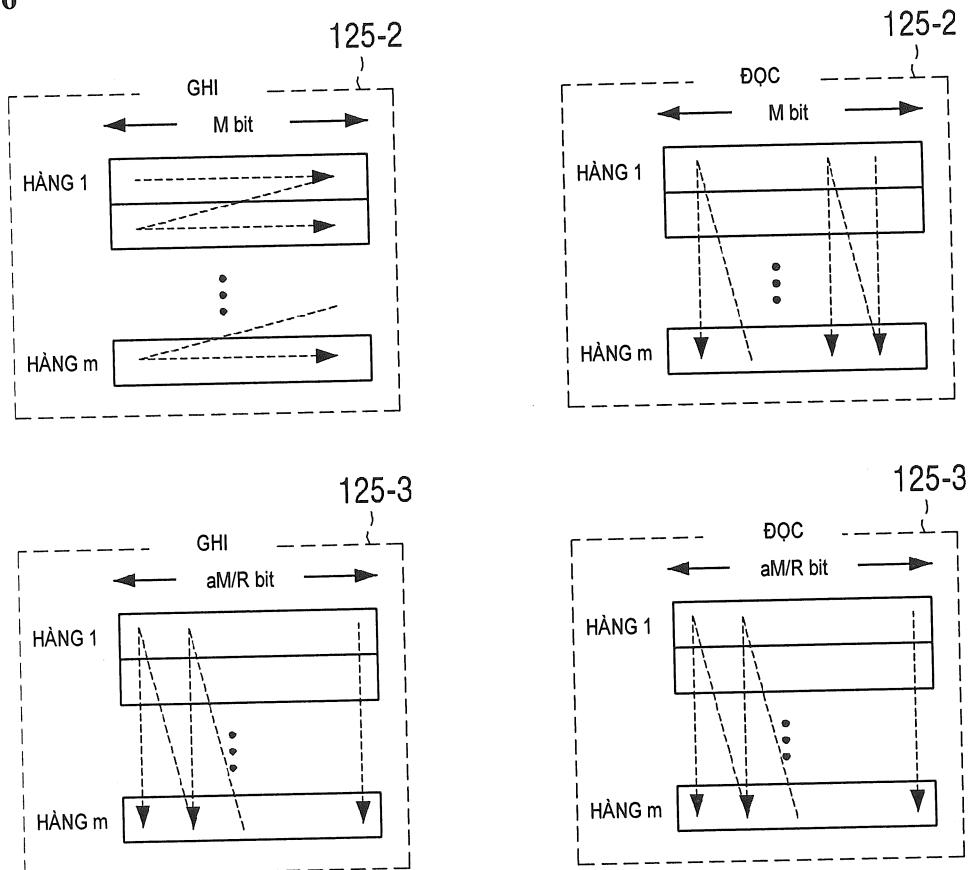


Fig. 27

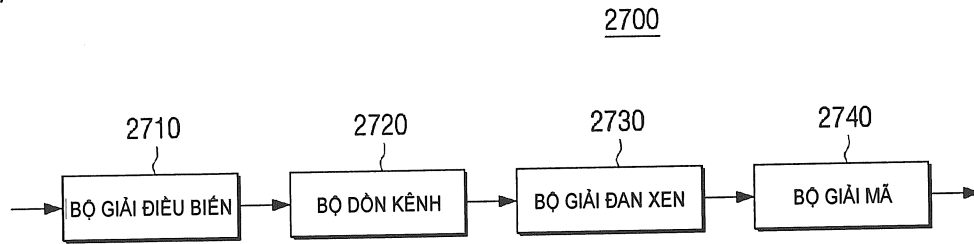


Fig. 28

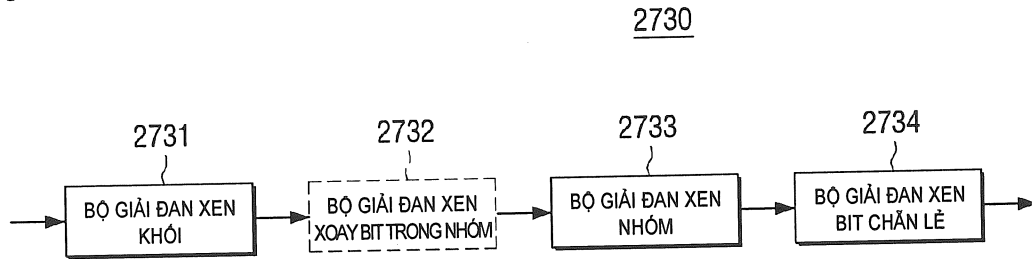


Fig. 29

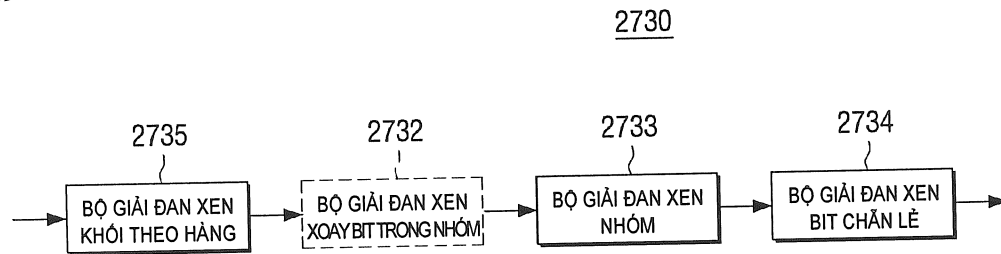


Fig. 30

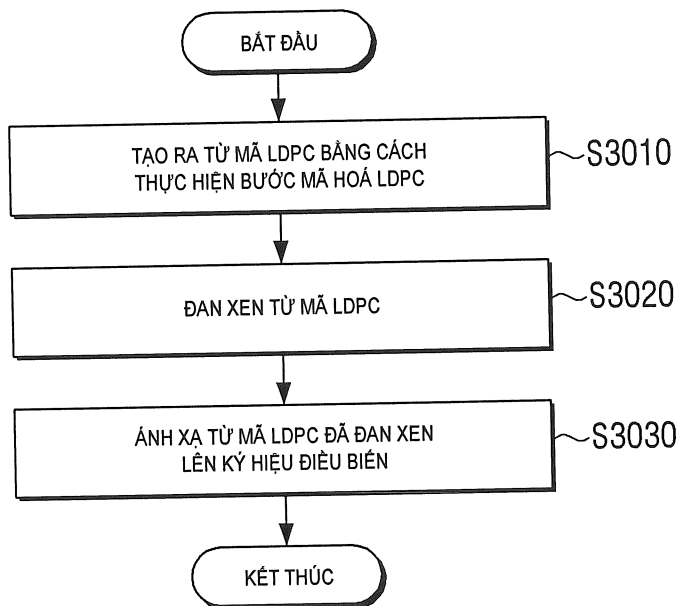


Fig. 31

