(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) **1-0039194**

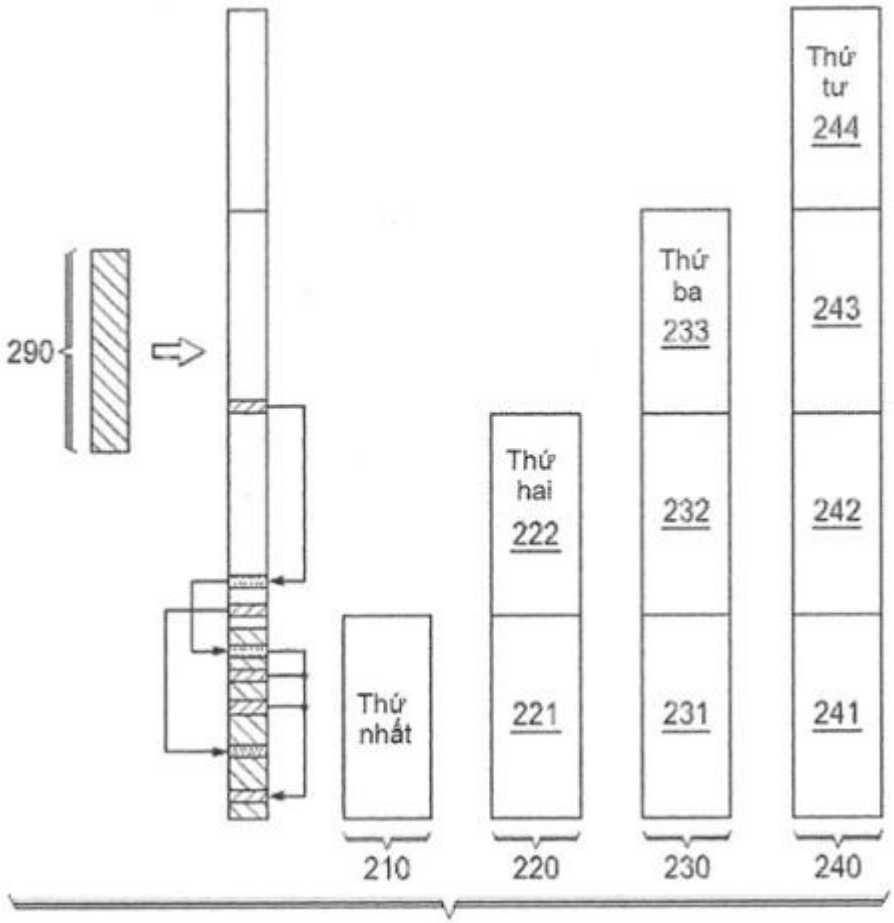
(51)[7] **H04L 1/00**

(13) **B**

(21) 1-2019-02594 (22) 17/10/2017
(86) PCT/CN2017/106560 17/10/2017 (87) WO 2018/072691 26/04/2018
(30) 62/411,485 21/10/2016 US; 15/784,836 16/10/2017 US
(45) 25/03/2024 432 (43) 25/07/2019 376A
(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong 518129, China
(72) ZHANG, Gongzheng (CN); ZHANG, Huazi (CN); LI, Rong (CN); WANG, Jun (CN); GE, Yiqun (CN); TONG, Wen (CN).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) PHƯƠNG PHÁP MÃ HÓA CỰC, THIẾT BỊ ĐƯỢC TẠO CẤU HÌNH ĐỂ TRUYỀN DỮ LIỆU, PHƯƠNG PHÁP GIẢI MÃ CỰC VÀ THIẾT BỊ GIẢI MÃ CỰC

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp mã hóa cực, thiết bị được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, phương pháp giải mã cực và thiết bị giải mã cực. Cụ thể, bộ truyền có thể mã hóa tin nhắn nhờ sử dụng các mã cực khác nhau để nhận được từ mã thứ nhất và từ mã thứ hai mà có độ dài gấp đôi từ mã thứ nhất, và truyền từ mã thứ nhất là truyền ban đầu, và nửa thứ hai của từ mã thứ hai là truyền lại mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai. Bit thông tin mà là chung đối với cả từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai có thể được được ánh xạ tới nhiều vị trí bit tin cậy trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai. Các trị số bít được giải mã cho thông tin chung trong truyền ban đầu và truyền lại có thể được so sánh bởi bộ thu để thực hiện kiểm tra chẵn lẻ.


290
Thứ nhất
Thứ hai
222
221
Thứ ba
233
232
231
Thứ tư
244
243
242
241
210
220
230
240

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[1] Sáng chế đề cập chung đến phương pháp và thiết bị mã hóa, và theo các phương án cụ thể, sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị truyền lại yêu cầu lặp lại tự động lai dư thừa gia tăng (IR-HARQ).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[2] Các mã cực là các mã sửa lỗi khối tuyến tính mà nó ứng dụng sự phân cực kênh để làm tăng toàn bộ khả năng truyền. Cụ thể, các mã cực được thiết kế để truyền các bit thông tin trên các kênh bit tin cậy hơn (ví dụ các kênh ít nhiễu hơn chẳng hạn), trong khi truyền các bit cố định (hoặc được đóng băng) trên các kênh bit kém tin cậy hơn (ví dụ các kênh bit nhiễu hơn chẳng hạn). Mã hóa cực được mô tả chi tiết hơn bởi bài báo khoa học dưới tên "Phân cực kênh và các mã cực," mà được đưa toàn bộ vào đây nhằm viện dẫn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

[3] Các hiệu quả kỹ thuật nói chung đạt được bởi các phương án của sáng chế mà mô tả các hệ thống và các phương pháp truyền lại yêu cầu lặp lại tự động lai dư thừa gia tăng (IR-HARQ).

[4] Theo một phương án, phương pháp mã hóa cực được đề xuất. Theo phương án này, phương pháp bao gồm bước thu tin nhắn bao gồm các bit thông tin, mã hóa tin nhắn sử dụng mã cực thứ nhất để nhận được từ mã thứ nhất, mã hóa tin nhắn sử dụng mã cực thứ hai để nhận được từ mã thứ hai mà có độ dài gấp đôi từ mã thứ nhất, truyền từ mã thứ nhất đến bộ thu, và truyền nửa thứ hai của từ mã thứ hai đến bộ thu mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai đến bộ thu khi bộ thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất. Theo một ví dụ, từ mã thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều bit thông tin mà được bao gồm trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai và được loại khỏi nửa thứ nhất của từ mã thứ nhất. Một cách tùy chọn, theo ví dụ như vậy, hoặc theo ví dụ khác, nửa

thứ hai của từ mã thứ hai loại trừ thông tin chẵn lẻ đối với một hoặc nhiều bit thông tin mà là chung đối với cả từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai. Một cách tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc theo ví dụ khác, một hoặc nhiều bit thông tin mà là chung đối với cả từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai được được ánh xạ tới các vị trí bit tin cậy nhất trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai. Một cách tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc theo ví dụ khác, từ mã thứ nhất được truyền là truyền ban đầu, nửa thứ hai của từ mã thứ hai được truyền là truyền lại, và trong đó một hoặc nhiều bit thông tin được mang ở các vị trí bit tin cậy hơn trong khi truyền lại so với trong khi truyền ban đầu. Một cách tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc theo ví dụ khác, phương pháp còn bao gồm bước mã hóa tin nhắn sử dụng mã cực thứ ba để nhận được từ mã thứ ba, từ mã thứ ba có độ dài gấp ba lần từ mã thứ nhất, và truyền một phần ba cuối cùng của từ mã thứ ba mà không truyền hai phần ba thứ nhất của từ mã thứ ba khi bộ thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai. Thiết bị thực hiện phương pháp này cũng được đề xuất.

[5] Theo phương án khác, phương pháp giải mã cực được đề xuất. Theo phương án này, phương pháp bao gồm bước thu từ mã thứ nhất mang tập các bit thông tin tương ứng với tin nhắn, thu nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không thu nửa thứ nhất của từ mã thứ hai, và giải mã tin nhắn bằng cách xử lý ít nhất từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai. Nửa thứ hai của từ mã thứ hai mang một hoặc nhiều bit thông tin trong tập các bit thông tin tương ứng với tin nhắn. Ít nhất một vài bit thông tin trong tập các bit thông tin được loại khỏi nửa thứ hai của từ mã thứ hai. Theo một ví dụ, việc giải mã tin nhắn bao gồm bước kết hợp nửa thứ hai của từ mã thứ hai với từ mã thứ nhất để nhận được từ mã kết hợp, và giải mã từ mã kết hợp dựa vào các bit thông tin và thông tin chẵn lẻ trong từ mã kết hợp. Một cách tùy chọn, theo ví dụ như vậy, hoặc theo ví dụ khác, việc giải mã tin nhắn bao gồm giải mã nửa thứ hai của từ mã thứ hai để nhận được các trị số cho một hoặc nhiều bit thông tin được mang bởi nửa thứ hai của từ mã thứ hai, và thực hiện

kiểm tra chẵn lẻ bằng cách so sánh các trị số của một hoặc nhiều bit thông tin nhận được từ nửa thứ hai của từ mã thứ hai với các bit chẵn lẻ trong từ mã thứ nhất. Một cách tùy chọn, theo bất kỳ một trong số các ví dụ nêu trên, hoặc theo ví dụ khác, từ mã thứ nhất là truyền ban đầu, trong đó nửa thứ hai của từ mã thứ hai là truyền lại của truyền ban đầu, và trong đó một hoặc nhiều bit thông tin được mang ở các vị trí bit tin cậy hơn trong khi truyền lại so với trong khi truyền ban đầu. Thiết bị thực hiện phương pháp này cũng được đề xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[6] Để hiểu rõ hơn về sáng chế, và các ưu điểm của nó, phần tham chiếu bây giờ được thực hiện tới các phần mô tả sau đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

[7] Fig.1 minh họa sơ đồ của mạng truyền thông không dây theo một phương án;

[8] Fig.2 minh họa hình vẽ về sơ đồ truyền lại HARQ dư thừa gia tăng;

[9] Fig.3 minh họa sơ đồ của các từ mã từ sơ đồ truyền lại HARQ dư thừa gia tăng được thể hiện trên Fig.2;

[10] Fig.4 minh họa lưu đồ của phương pháp mã hóa cực theo một phương án;

[11] Fig.5 minh họa sơ đồ của truyền ban đầu và truyền lại theo sơ đồ truyền lại HARQ dư thừa gia tăng được thể hiện trên Fig.2;

[12] Fig.6 minh họa lưu đồ của phương pháp giải mã cực theo một phương án;

[13] Fig.7 minh họa đồ thị so sánh hiệu suất của các sơ đồ truyền lại LDPC và các sơ đồ truyền lại HARQ dư thừa gia tăng mã hóa cực theo một phương án;

[14] Fig.8 minh họa đồ thị khác so sánh so sánh hiệu suất của phương án các sơ đồ truyền lại LDPC và các sơ đồ truyền lại HARQ dư thừa gia tăng mã hóa cực;

[15] Fig.9A là sơ đồ của truyền ban đầu của tin nhắn;

[16] Fig.9B là sơ đồ của truyền lại của truyền ban đầu của tin nhắn được thể hiện trên Fig.9A;

[17] Fig.10 minh họa sơ đồ của hệ thống xử lý theo một phương án; và

[18] Fig.11 minh họa sơ đồ của bộ thu phát theo một phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

[19] Việc thực hiện và sử dụng các phương án của sáng chế được đưa ra chi tiết dưới đây. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, các khái niệm được bộc lộ ở đây có thể được bao gồm trong nhiều ngữ cảnh cụ thể, và các phương án cụ thể được đưa ra ở đây chỉ mang tính minh họa và không được coi là giới hạn phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ. Hơn nữa, cần hiểu rằng các sự thay đổi, các sự thay thế và các sự sửa đổi khác nhau có thể được thực hiện ở đây mà không trệch khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Các sự tham chiếu sau đây liên quan đến đối tượng chính của đơn sáng chế này. Mỗi trong số các đơn sáng chế sau được kết hợp toàn bộ ở đây nhằm viện dẫn: đơn sáng chế không tạm thời số 15/717,745 yêu cầu quyền ưu tiên từ đơn tạm thời số 62/402,862 được nộp ngày 30/09/2016 và có tên "Phương pháp và thiết bị mã hóa/Giải mã mã cực song song"; đơn sáng chế không tạm thời số 15/699,976 và đơn sáng chế không tạm thời số 15/699,967 yêu cầu quyền ưu tiên từ đơn tạm thời số 62/396,618 được nộp ngày 19/09/2016 và có tên "Phương pháp và thiết bị gán các bit đóng băng động và xây dựng hàm chẵn lẻ trên chúng theo mã cực;" và đơn tạm thời số 62/395,272 được nộp ngày 15/09/2016 và có tên " Phương pháp mã hóa đối với mã cực được liên kết kiểm tra chẵn lẻ".

[20] Các kỹ thuật truyền lại yêu cầu lặp lại tự động lai(HARQ) đưa ra chức năng kiểm soát lỗi cho các sơ đồ mã hóa sửa lỗi tiến (FEC). Cụ thể hơn, các sơ đồ mã hóa FEC có thể truyền thông tin dư thừa (ví dụ các bit FEC chẳng hạn) cùng với các bit thông tin để gia tăng khả năng là việc truyền sẽ được giải mã thành công. Nếu bộ thu không thể giải mã tin nhắn sau khi thu sự truyền ban đầu, thì các sự truyền lại tiếp theo được thực hiện cho đến khi tin nhắn được giải mã thành công hoặc số lần truyền lại lớn nhất được đạt đến. Kết hợp khuôn là kỹ thuật truyền lại HARQ trong đó dữ liệu như nhau (ví dụ cùng tổ hợp của thông tin và các bit chẵn lẻ) được truyền lại cho đến khi tin nhắn cơ sở được giải mã.

Dư thừa gia tăng là kỹ thuật truyền lại HARQ khác trong đó dữ liệu khác nhau (ví dụ các tổ hợp khác nhau của thông tin và các bit chẵn lẻ) được truyền lại cho đến khi tin nhắn được giải mã thành công. Nói chung, dư thừa gia tăng đem lại lợi ích mã hóa tốt hơn so với kết hợp khuôn khi được thực hiện như kỹ thuật truyền lại HARQ.

[21] Các khía cạnh của sáng chế đề xuất kỹ thuật thực hiện mã hóa cực với sự truyền lại HARQ dư thừa gia tăng. Cụ thể, bộ truyền có thể mã hóa tin nhắn sử dụng các mã cực khác nhau để nhận được nhiều từ mã. Từ mã thứ nhất được truyền theo sự truyền ban đầu. Nếu tin nhắn không thể được giải mã dựa vào sự truyền ban đầu, sau khi nửa thứ hai của từ mã thứ hai được truyền như một phần của sự truyền lại mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai.

[22] Nói chung, một hoặc nhiều bit thông tin có thể là chung đối với cả từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai sao cho các bit thông tin này có trong cả truyền ban đầu và truyền lại thứ nhất. Tuy nhiên, một hoặc nhiều bit thông tin chung có thể thường được ánh xạ tới các vị trí bit tin cậy hơn trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai, so với trong từ mã thứ nhất, và kết quả là, bộ thu có thể nhận được các trị số bit được giải mã tin cậy hơn từ việc truyền lại. Theo một vài phương án, bộ thu có thể thực hiện việc kiểm tra chẵn lẻ bằng cách so sánh các trị số bit được giải mã đối với các bit thông tin chung trong việc truyền lại với các trị số bit được giải mã đối với các bit thông tin chung trong truyền ban đầu. Nếu các trị số bit được giải mã là khác nhau, thì bộ thu có thể thay thế các trị số bit được giải mã đối với các bit thông tin chung nhận được từ việc truyền lại với các bit từ việc truyền ban đầu, và sau đó thực hiện lại các chức năng kiểm tra các hàm chẵn lẻ dựa vào các các bit chẵn lẻ từ truyền ban đầu. Các khía cạnh này và các khía cạnh khác được đưa ra chi tiết hơn dưới đây.

[23] Fig.1 minh họa mạng 100 để truyền dữ liệu. Mạng 100 bao gồm trạm gốc 110 có vùng phủ sóng 101, các thiết bị di động 120, và mạng trục 130. Như được thể hiện, trạm gốc 110 thiết lập các kết nối đường lên (đường gạch nét) và/hoặc đường xuống (đường chấm chấm) với các thiết bị di động 120, mà nó dùng để mang dữ liệu từ các thiết bị di động 120 đến trạm gốc 110 và ngược lại.

Dữ liệu được mang qua các kết nối đường lên/đường xuống có thể bao gồm dữ liệu được truyền giữa các thiết bị di động 120, cũng như dữ liệu được truyền đến/từ đầu từ xa (không được thể hiện) bởi mạng trục 130. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "trạm gốc" đề cập đến thành phần bất kỳ (hoặc tập hợp của các thành phần) được tạo cấu hình để đưa ra truy cập không dây cho mạng, chẳng hạn như trạm gốc nâng cao (eNB), ô cỡ lớn, ô siêu nhỏ, điểm truy cập Wi-Fi (AP), hoặc các thiết bị cho phép truy cập không dây khác. Các trạm gốc có thể cung cấp truy cập không dây phù hợp với một hoặc nhiều các giao thức truyền thông không dây, ví dụ phát triển dài hạn (LTE), LTE nâng cao (LTE-A), truy cập gói tốc độ cao (HSPA), Wi-Fi 802.11a/b/g/n/ac, v.v. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "thiết bị di động" đề cập đến thành phần bất kỳ (hoặc tập hợp của các thành phần) có khả năng thiết lập kết nối không dây với trạm gốc, chẳng hạn như thiết bị người dùng (UE), trạm di động (STA), và các thiết bị cho phép truy cập không dây khác. Theo một vài phương án, mạng 100 có thể bao gồm các thiết bị không dây khác, chẳng hạn như các rơle, các nút công suất thấp, v.v.

[24] Các khía cạnh của sáng chế đề xuất các kỹ thuật để thực hiện mã hóa cực với truyền lại HARQ dư thừa gia tăng. Fig.2 minh họa sơ đồ để thực hiện mã hóa cực trong truyền lại HARQ dư thừa gia tăng. Theo ví dụ này, tin nhắn được mã hóa sử dụng bốn mã cực khác nhau để nhận được bốn từ mã 210, 220, 230, 240. Từ mã 220 dài gấp đôi so với từ mã 210, từ mã 230 dài gấp ba so với từ mã 210, và từ mã 240 dài gấp bốn so với từ mã 210. Như được giải thích chi tiết hơn dưới đây, từ mã 210 được truyền trong truyền ban đầu, nửa thứ hai 222 của từ mã 220 được truyền là truyền lại thứ nhất nếu tin nhắn không thể được giải mã dựa vào truyền ban đầu, một phần ba cuối cùng 233 của từ mã 230 được truyền là truyền lại thứ hai nếu tin nhắn không thể được giải mã sau lần truyền lại thứ nhất, và một phần tư cuối cùng 244 của từ mã 240 được truyền là truyền lại thứ ba nếu tin nhắn không thể được giải mã sau lần truyền lại thứ ba.

[25] Mặc dù mỗi từ mã 210, 220, 230, 240 mang cùng tập các bit thông tin 290, sự phân bố của các bit thông tin giữa các phần khác nhau của các từ mã tương ứng khác nhau dựa vào số lượng, và phân bố, của các bit đóng băng và

các bit chẵn lẻ trong các từ mã 210, 220, 230, 240. Nói chung, từ mã 210 ít nhất chồng lấp một phần với nửa thứ nhất 221 của từ mã 221, một phần ba thứ nhất 231 của từ mã 230, và một phần tư thứ nhất 241 của từ mã 240 sao cho một số của bit thông tin trong từ mã 210 được bao gồm trong các phần đầu của các từ mã 220, 230, 240. Mức chồng lấn (ví dụ số lượng của bit thông tin chung) có thể thay đổi tùy thuộc vào thiết kế và/hoặc tốc độ mã của các mã cực được sử dụng để tạo ra các từ mã 210, 220, 230, 240. Ví dụ, từ mã 210 chồng lấn đáng kể với nửa thứ nhất 221 của từ mã 221 sao cho nhiều bit thông tin trong từ mã 210 có trong nửa thứ nhất 221 của từ mã 202, trong khi chỉ một vài bit thông tin trong từ mã 210 có trong nửa thứ hai 222 của từ mã 202.

[26] Các bit thông tin trong nửa thứ nhất 221 của từ mã 220 nói chung được loại khỏi nửa thứ hai 222 của từ mã 220, và ngược lại. Tương tự như vậy, các bit thông tin trong mỗi một phần ba của từ mã 230 thường được loại khỏi hai phần ba còn lại của từ mã 230, và bit thông tin trong mỗi một phần tư của từ mã 240 nói chung được loại khỏi ba phần tư còn lại của từ mã 240. Các tập con khác nhau của bit thông tin có thể được bao gồm trong nửa thứ hai 222 của từ mã 220, một phần ba cuối cùng của từ mã 230, và một phần tư cuối cùng 244 của từ mã 240 sao cho các tập con khác nhau của các bit được truyền trong thời gian mỗi lần truyền lại.

[27] Như đã đề cập trên, từ mã 210 được truyền trong lần truyền ban đầu. Nếu tin nhắn không thể được giải mã dựa vào từ mã 210, sau khi nửa thứ hai 222 của từ mã 220 được truyền là truyền lại thứ nhất. Nửa thứ nhất 221 của từ mã 220 không được truyền trong khi truyền lại thứ nhất. Khi thu truyền lại thứ nhất, bộ thu có thể cố gắng để giải mã tin nhắn dựa vào nửa thứ hai 222 của từ mã 220 và từ mã 210. Theo một vài phương án, bộ thu có thể giải mã theo sự kết hợp (ví dụ sử dụng sự kết hợp mềm) nửa thứ hai 222 của từ mã 220 và từ mã 210 thu được trong truyền ban đầu như một từ mã để nhận được tất cả các bit thông tin được mang bởi từ mã 220 và từ mã 210. Trong trường hợp đó, các trị số bit thông tin nhận được từ từ mã 210 được kết hợp với các trị số bit thông tin tương ứng nhận được từ nửa thứ hai 222 của từ mã 220, với hoặc không có thao tác kiểm tra

chẵn lẻ. Đối với các cách thực hiện với thao tác kiểm tra chẵn lẻ, bộ thu có thể thực hiện kiểm tra chẵn lẻ trên các trị số bit thông tin nhận được từ nửa thứ hai 222 của từ mã 220 nhờ sử dụng các trị số bit kiểm tra chẵn lẻ nhận được từ từ mã 210. Các khả năng khác tồn tại đối với thao tác kiểm tra chẵn lẻ.

[28] Nếu tin nhắn không thể được giải mã dựa vào từ mã 210 và nửa thứ hai 222 của từ mã 220, sau khi một phần ba cuối cùng 233 của từ mã 230 được truyền là truyền lại thứ hai. Một phần ba thứ nhất 231 và một phần ba thứ hai 232 của từ mã 230 không được truyền trong khi truyền lại thứ hai. Khi thu truyền lại thứ nhất, bộ thu có thể giải mã một phần ba cuối cùng 233 của từ mã 230, nửa thứ hai 222 của từ mã 220 và từ mã 210. Các đơn vị 233, 222, và 210 có thể được kết hợp và được giải mã cùng nhau. Bộ thu cũng có thể thực hiện kiểm tra chẵn lẻ trên các trị số bit thông tin nhận được từ một phần ba cuối cùng 233 của từ mã 230 nhờ sử dụng các trị số bit kiểm tra chẵn lẻ nhận được từ từ mã 210 và/hoặc nửa thứ hai 222 của từ mã 220.

[29] Nếu tin nhắn không thể được giải mã theo sau lần truyền lại thứ hai, sau khi một phần tư cuối cùng 244 của từ mã 240 có thể được truyền là truyền lại thứ ba. Một phần tư thứ nhất 241, một phần tư thứ hai 242, và một phần tư thứ ba 244 của từ mã 240 không được truyền trong khi truyền lại thứ ba. Bộ thu có thể giải mã truyền lại thứ tư, và thực hiện kiểm tra chẵn lẻ tương tự với mô tả trên.

[30] Fig.3 minh họa sơ đồ của các từ mã 210 và 220. Như được thể hiện, các từ mã 210, 220 bao gồm các bit thông tin, các bit chẵn lẻ, và các bit đóng băng. Nửa thứ nhất 221 của từ mã 220 bao gồm toàn bộ các bit thông tin trong từ mã 210 ngoại trừ tập con của các bit thông tin 312, 314, mà được bao gồm trong nửa thứ hai 222 của từ mã 220. Theo một vài phương án, tập con của các bit thông tin 312, 314 có thể được được ánh xạ tới các vị trí bit tin cậy hơn trong nửa thứ hai 222 của từ mã 220 so với trong từ mã 210. Ví dụ, bit thông tin 312, 314 có thể được được ánh xạ tới các vị trí bit có độ tin cậy tương đối thấp trong từ mã 210, và các vị trí bit có độ tin cậy tương đối cao trong nửa thứ hai 222 của từ mã 220. Trong ví dụ như vậy, các trị số được giải mã đối với các bit thông tin

312, 314 nhận được từ việc giải mã nửa thứ hai 222 của từ mã 220 có thể được tận dụng bởi bộ thu để nâng cao chức năng sửa lỗi. Sự giải thích kĩ lưỡng hơn về khái niệm này được đưa ra dưới đây trong các phần mô tả dựa vào Fig.5.

[31] Fig.4 minh họa lưu đồ 400 của phương pháp mã hóa cực 400 dùng cho việc truyền lại HARQ dư thừa gia tăng, khi có thể được thực hiện bởi thiết bị truyền, bộ phận hoặc thiết bị chẳng hạn như hệ thống xử lý 1000 (chi tiết hơn dưới đây). Ở bước 410, thiết bị truyền thu hoặc nhận được theo cách khác (ví dụ với bộ mã hóa hoặc thành phần khác của thiết bị) tin nhắn bao gồm các bit thông tin. Ở bước 420, thiết bị truyền mã hóa (ví dụ với bộ mã hóa) tin nhắn nhờ sử dụng mã cực thứ nhất để nhận được từ mã thứ nhất. Ở bước 430, thiết bị truyền mã hóa (ví dụ với bộ mã hóa) tin nhắn nhờ sử dụng mã cực thứ hai để nhận được từ mã thứ hai. Ở bước 440, thiết bị truyền truyền (ví dụ với bộ truyền) từ mã thứ nhất đến thiết bị thu, bộ phận hoặc thiết bị chẳng hạn như hệ thống xử lý 1000 (chi tiết hơn dưới đây). Ở bước 450, thiết bị truyền truyền (ví dụ với bộ truyền) nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai khi thiết bị thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất.

[32] Fig.5 minh họa sơ đồ của truyền ban đầu 510 và truyền lại thứ nhất 520 thu được bởi thiết bị thu. Truyền ban đầu mang từ mã 210 và truyền lại thứ nhất mang nửa thứ hai 222 của từ mã 220. Sau khi thu truyền ban đầu 510 (ví dụ qua bộ thu), thiết bị thu giải mã các bit chẵn lẻ và các bit thông tin trong truyền ban đầu 510, và sau đó thực hiện kiểm tra chẵn lẻ trên các trị số bit thông tin được giải mã, ví dụ sử dụng bộ giải mã chẳng hạn. Theo ví dụ này, thiết bị thu thực hiện kiểm tra chẵn lẻ trên các trị số được giải mã đối với các bit thông tin 311, 312 theo trị số bit được giải mã đối với bit chẵn lẻ 301, và xác định rằng một trong số các trị số bit được giải mã là không chính xác.

[33] Thiết bị thu sau đó thu (ví dụ bằng bộ thu) nửa thứ hai 222 của từ mã 220 là truyền lại 520. Truyền lại 520 có thể được kích hoạt bởi bộ thu nhờ sự truyền thông của tin nhắn báo nhận phủ định (NACK), hoặc qua lỗi để truyền thông tin nhắn báo nhận (ACK), theo sau nỗ lực không thành công của bộ thu để giải mã

truyền ban đầu 510. Theo cách khác, truyền lại 520 có thể được thực hiện tự động bởi bộ truyền bất kể các lần truyền ban đầu 510 được giải mã thành công hay không.

[34] Khi thu, thiết bị thu cố gắng giải mã ít nhất các bit thông tin 314 312 trong nửa thứ hai 222 của từ mã 220, ví dụ, sử dụng bộ giải mã chẳng hạn, và thực hiện kiểm tra chẵn lẻ bằng cách so sánh các giái trị bit thông tin được giải mã đối với các bit thông tin 312, 314 thu được từ lần truyền lại thứ nhất 520 với các giá trị bit thông tin được giải mã đối với các bit thông tin 312, 314 thu được trong khi truyền ban đầu 510. Ngoài ra, kiểm tra chẵn lẻ cũng có thể được thực hiện bởi bộ giải mã trên các trị số bit thông tin được giải mã thu được từ lần truyền lại thứ nhất và/hoặc lần truyền ban đầu dựa vào các bit chẵn lẻ trong truyền ban đầu. Theo ví dụ này, thiết bị thu thực hiện kiểm tra chẵn lẻ trên trị số bit được giải mã đối với bit thông tin 312 nhận được từ lần truyền lại thứ nhất 520 và trị số bit được giải mã đối với bit thông tin 311 nhận được từ lần truyền ban đầu 510 nhờ sử dụng trị số bit được giải mã đối với bit chẵn lẻ 301 nhận được từ truyền ban đầu 510. Các ví dụ khác là cũng khả thi.

[35] Fig.6 minh họa lưu đồ 600 của phương pháp giải mã cực 600 để truyền lại HARQ dư thừa gia tăng, như có thể được thực hiện bởi thiết bị thu, bộ phận hoặc môđun hoặc thiết bị chẳng hạn như hệ thống xử lý 1000 (chi tiết hơn dưới đây). Ở bước 610, thiết bị thu thu (ví dụ bằng bộ thu chẳng hạn) từ mã thứ nhất mang tập các bit thông tin tương ứng với tin nhắn. Từ mã thứ nhất thu được như một phần của truyền ban đầu. Ở bước 620, thiết bị thu thu (ví dụ bằng bộ thu chẳng hạn) nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không thu nửa thứ nhất của từ mã thứ hai. Nửa thứ hai của từ mã thứ hai thu được như một phần của truyền lại. Ở bước 610, thiết bị thu giải mã tin nhắn (ví dụ bằng bộ giải mã chẳng hạn) bằng cách xử lý ít nhất từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai.

[36] Fig.7 và Fig.8 minh họa các đồ thị về hiệu suất tỉ lệ lỗi khối (BLER) của các kỹ thuật mã hóa LLDC khác nhau qua một khoảng các trị số Es/No (Es/No

tương ứng với tỉ số của năng lượng tín hiệu được truyền trên mật độ phổ ký hiệu trên nhiễu).

[37] Fig.9A là sơ đồ của lần truyền ban đầu của tin nhắn, và Fig.9B là sơ đồ của truyền lại của truyền ban đầu của tin nhắn được thể hiện trên Fig.9A. Theo ví dụ này, tin nhắn bao gồm ba bit thông tin. Ba bit thông tin được mã hóa thành từ mã bốn bit bằng cách nhân các bit thông tin với ma trận Kronecker 4x4, và từ mã bốn bit nhận được được gửi là truyền ban đầu. Trong truyền ban đầu, các bit thông tin được được ánh xạ tới các vị trí bit [1,2,3]. Đối với truyền lại, ba bit thông tin được mã hóa thành từ mã tám bit bằng cách nhân bit thông tin với ma trận Kronecker 8x8. Trong truyền lại, bit thông tin được được ánh xạ tới các vị trí bit [5,6,7]. Trong khi, xét về mã dài, tập bit thông tin được lựa chọn mới là I_2 = [3,6,7], trong đó 3 thuộc về nửa thứ nhất hoặc phần mở rộng của mã dài. Điều này có nghĩa là kênh con 5 trong I_1 không tối ưu đối với mã dài nhưng 3 là tối ưu. Vì vậy, bit thông tin từ 5 đến 3 cho mã dài. Lưu ý rằng quy trình này không thay đổi trị số của phần ban đầu [4,5,6,7]. Các phần ban đầu và phần mở rộng được kết hợp được mã hóa thành từ mã 8 bit (được nhân với ma trận Kronecker 8x8), và chỉ nửa thứ nhất của các bit được mã hóa sẽ được truyền trong truyền thứ hai (xem hình vẽ thứ hai). Nửa thứ hai của bit được mã hóa của mã dài giống với bit được mã hóa trong truyền thứ nhất. Đó là lý do tại sao chúng ta có thể kết hợp LLR thu được của hai lần truyền và giải mã như toàn bộ từ mã. (Ở phía bộ giải mã, u3 sẽ được giải mã trước u5 và u5 sẽ được xử lý như bit kiểm tra chẵn lẻ.).

[38] Khi các mã cực kiểm tra chẵn lẻ được sử dụng, các thủ tục truyền lại là tương tự ngoại trừ các chức năng kiểm tra chẵn lẻ được đưa vào thủ tục tiền mã hóa. Các phần mô tả chi tiết dưới đây liên quan đến các phương án sử dụng các mã cực kiểm tra chẵn lẻ. Quy trình tạo các bit được mã hóa gia tăng: Tập bit thông tin I_t, tập bit đóng băng F_t, và bit đóng băng PF_t kiểm tra chẵn lẻ (PC), và toàn bộ kênh con S_t trong lần truyền thứ t. Trong lần truyền thứ (t + 1): Nếu độ dài mã mẹ được nhân đôi sau khi mở rộng (ví dụ từ N đến 2N chẳng hạn), cập nhật các chỉ số I_t, F_t, PF_t, và S_t (thêm N tới tất cả các chỉ số).

[39] Bước 1. Xác định tập bit thông tin I'_{t+1}, bit đóng băng PC PF'_{t+1}, và tập bit đóng băng F'_{t+1} xét về độ dài mã được mở rộng và tập chỉ số kênh con được mở rộng S_{t+1};

[40] Ví dụ đối với lần truyền thứ nhất, $S_t = \{1,2,\dots,N\}$. Đối với lần truyền thứ hai, sau phần mở rộng mã, $S_{t+1} = \{1,2,\dots,2N\}$, và S_t sẽ được cập nhật là $S_t = \{N+1, N+2,\dots,2N\}$.

[41] Bước 2. Xác định tập bit thông tin từ I'_{t+1} mà nó thuộc về phần mở rộng, nghĩa là, trong S_{t+1} mà không phải trong S_t, và đánh dấu chúng là tập bit thông tin mới I_{new} có kích thước K'; Xác định tập bit đóng băng PC PF'_{t+1} mà nó thuộc về phần mở rộng, nghĩa là, trong S_{t+1} mà không phải trong S_t, và đánh dấu chúng là tập bit đóng băng PC mới PF_{new}; Xác định K' các kênh con không tin cậy nhất từ I_t mà nó không thuộc về I_{new}, và đánh dấu chúng là tập bit đóng băng PC đơn PF_S;

[42] Bước 3. Sao chép lần lượt các bit từ PF_S đến I_{new}, nghĩa là, thực hiện ánh xạ một-một hoặc kiểm tra chẵn lẻ đơn giữa I_{new} và PF_S;

[43] Bước 4. Thực hiện các chức năng kiểm tra chẵn lẻ đối với PF_{new} và I_{new} theo cách xây dựng cực PC (PC-Polar);

[44] Bước 5. Tiền mã hóa và mã hóa Arikan xét về mã cực PC được mở rộng, truyền các bit được mã hóa gia tăng (các bit được mã hóa tương ứng với phần ban đầu không thay đổi do nhân Arikan.).

[45] Bây giờ, đối với lần truyền thứ $(t+1)$, tập bit thông tin trở thành $I_{t+1} = I_{new} \cup I_t$ trừ PF_S; bit đóng băng PC trở thành $PF_{t+1} = PF_t \cup PF_{new} \cup PF_S$, chức năng PC bao gồm các chức năng được thực hiện theo tương ứng với $PF_t \cup PF_{new}$ và các chức năng kiểm tra chẵn lẻ tương ứng với PF_S.

[46] Fig.10 minh họa sơ đồ khối của hệ thống xử lý 1000 theo một phương án để thực hiện các phương pháp được mô tả ở đây, mà có thể được cài đặt trong thiết bị máy chủ. Như được nêu trên, hệ thống xử lý 1000 là một ví dụ về cách thức bộ truyền hoặc thiết bị thu nêu trên có thể được thực hiện. Như được thể hiện, hệ thống xử lý 1000 bao gồm bộ xử lý 1004, bộ nhớ 1006, và một hoặc

nhiều các giao diện từ 1010 đến 1014, mà có thể (hoặc không thể) được bố trí như được thể hiện trên Fig.10. Bộ xử lý 1004 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để thực hiện các sự tính toán và/hoặc các nhiệm vụ liên quan đến xử lý, và bộ nhớ 1006 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để lưu trữ chương trình và/hoặc các lệnh để thực hiện bởi bộ xử lý 1004. Theo một phương án, bộ nhớ 1006 bao gồm phương tiện đọc được bởi máy tính không tạm thời. Các giao diện 1010, 1012, 1014 có thể là thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần mà cho phép hệ thống xử lý 1000 truyền thông với các thiết bị/các thành phần khác và/hoặc người dùng. Ví dụ, một hoặc nhiều trong số các giao diện 1010, 1012, 1014 có thể được thích ứng để truyền thông dữ liệu, điều khiển, hoặc quản lý các tin nhắn từ bộ xử lý 1004 cho các ứng dụng được cài đặt trên thiết bị máy chủ và/hoặc thiết bị từ xa. Với ví dụ khác, một hoặc nhiều trong số các giao diện 1010, 1012, 1014 có thể bao gồm bộ thu phát (bộ truyền và/hoặc bộ thu) hoặc được tạo cấu hình để kết nối hệ thống xử lý 1000 đến bộ thu phát bên ngoài (bộ truyền và/hoặc bộ thu) được thích ứng để truyền và/hoặc thu báo hiệu qua mạng viễn thông hoặc hơn nữa, đối với các sự truyền thông với thiết bị khác (ví dụ thiết bị người dùng (chẳng hạn như máy tính cá nhân (PC), hoặc thiết bị mạng). Hệ thống xử lý 1000 có thể bao gồm các thành phần bổ sung không được thể hiện trên Fig.10, chẳng hạn như bộ lưu trữ dài hạn (ví dụ bộ nhớ bất khả biến, v.v.).

[47] Theo một vài phương án, hệ thống xử lý 1000 được bao gồm trong thiết bị mạng mà nó truy cập, hoặc một phần khác của, mạng viễn thông. Theo một ví dụ, hệ thống xử lý 1000 có thể được thực hiện trong thiết bị mạng được tạo cấu hình để hoạt động trong mạng viễn thông không dây hoặc nối dây, chẳng hạn như trạm gốc, trạm chuyển tiếp, bộ lập lịch, bộ điều khiển, cổng nối, bộ định tuyến, các máy chủ ứng dụng, hoặc thiết bị bất kỳ khác trong mạng viễn thông. Theo các phương án khác, hệ thống xử lý 1000 có thể được thực hiện trong thiết bị người dùng được tạo cấu hình để hoạt động trong mạng viễn thông không dây hoặc không dây, chẳng hạn như trạm di động, thiết bị người dùng (UE), thiết bị

không dây, máy tính cá nhân (PC), máy tính bảng, thiết bị truyền thông đeo được (ví dụ đồng hồ thông minh, v.v.), hoặc thiết bị bất kỳ khác được thích ứng để hoạt động trong mạng viễn thông.

[48] Các thiết bị cụ thể có thể ứng dụng toàn bộ của các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ tập con của các thành phần, và các mức tích hợp có thể thay đổi theo từng thiết bị. Hơn nữa, Thiết bị có thể chứa nhiều phiên bản của thành phần, chẳng hạn như nhiều bộ xử lý 1004, nhiều bộ nhớ 1006, nhiều giao diện 1010, 1012, 1014 (bao gồm các bộ truyền hoặc các bộ thu), và các thành phần bổ sung hoặc thay thế không được thể hiện trên Fig.10. Mặc dù không được thể hiện, hệ thống xử lý 1000 ngoài ra có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị đầu vào/đầu ra, chẳng hạn như như loa, micrô, chuột, màn hình cảm ứng, đệm phím, bàn phím, máy in, màn hình và tương tự.

[49] Theo một vài phương án, bộ xử lý 1004 mà có thể là bộ xử lý trung tâm (CPU) có thể là thành phần của nền phần cứng máy tính đa năng hoặc thành phần của nền phần cứng chuyên dụng. Ví dụ, bộ xử lý 1004 có thể là bộ xử lý nhúng, và các lệnh có thể được đưa ra dưới dạng phần sụn. Một vài phương án có thể được thực hiện bằng cách chỉ sử dụng phần cứng. Theo một vài phương án, các lệnh để thực hiện bởi bộ xử lý 1004 có thể được thể hiện ở dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm có thể được lưu trữ trong bộ nhớ hoặc phương tiện lưu trữ bất khả biến hoặc không tạm thời, ví dụ, có thể là bộ nhớ chỉ đọc loại đĩa compact (CD-ROM), đĩa tia chớp dạng bus nối tiếp vạn năng (USB), hoặc đĩa cứng di động.

[50] Theo một vài phương án, bộ nhớ 1006 là phương tiện đọc được bởi máy tính không tạm thời mà nó bao gồm các lệnh để thực hiện bởi bộ xử lý 1005 để thực hiện và/hoặc điều khiển thao tác của bộ xử lý 1004 và (các) thành phần khác của hệ thống xử lý 1000 (ví dụ các giao diện từ 1010 đến 1014) và/hoặc mặt khác để điều khiển việc thực hiện của chức năng và/hoặc các phương án được mô tả ở đây. Theo một phương án, bộ nhớ 1006 có thể bao gồm ROM dùng để sử dụng khi khởi động, và DRAM để lưu trữ chương trình và dữ liệu để sử dụng trong khi thực hiện các chương trình.

[51] Theo một vài phương án, hệ thống xử lý 1000 bao gồm hoặc thực hiện bộ mã hóa (và/hoặc bộ giải mã) được tạo cấu hình để mã hóa (giải mã) dữ liệu như được mô tả ở đây. Bộ mã hóa (bộ giải mã) có thể được thực hiện trong phần cứng hoặc hệ mạch (ví dụ trong một hoặc nhiều bộ chip,các bộ xử lý, các bộ vi xử lý, các mạch tích hợp chuyên dụng (ASIC), các mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA), hệ mạch logic chuyên dụng, hoặc các sự kết hợp của chúng) để mã hóa (giải mã) dữ liệu như được mô tả ở đây để truyền (sau khi thu) bởi bộ phân riêng biệt (RF). Trong thực hiện dựa trên bộ xử lý của bộ mã hóa (bộ giải mã), các lệnh thực heienj được bởi bộ xử lý để thực hiện các thao tác mã hóa (giải mã) được lưu trữ trong bộ nhớ 1006 mà có thể được thực hiện như phương tiện đọc được bởi máy tính không tạm thời. Phương tiện không tạm thời có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị nhớ trạng thái rắn và/hoặc các thiết bị nhớ có phương tiện lưu trữ di động và có thể tháo được.

[52] Fig.11 minh họa sơ đồ khối của bộ thu phát 1100 được thích ứng để truyền và thu báo hiệu qua mạng viễn thông hoặc nói chung hơn, để truyền thông với thiết bị khác (ví dụ thiết bị người dùng hoặc thiết bị mạng). Bộ thu phát 1100 có thể được cài đặt trong thiết bị máy chủ (ví dụ thiết bị mạng hoặc thiết bị người dùng) hoặc là bộ phận RF riêng biệt hoặc độc lập hoặc là một phần của giao diện (ví dụ các giao diện 1010, 1012, 1014). Như được thể hiện, bộ thu phát 1100 bao gồm giao diện phía mạng 1102, bộ ghép nối 1104, bộ truyền 1106, bộ thu 1108, bộ xử lý tín hiệu 1110, và giao diện phía thiết bị 1112. Giao diện phía mạng 1102 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để truyền hoặc thu báo hiệu hoặc để truyền thông qua mạng viễn thông không dây hoặc nối dây. Bộ ghép nối 1104 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để truyền thông hai chiều thuận lợi qua giao diện phía mạng 1102. Bộ truyền 1106 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần (ví dụ bộ biến tần tăng, bộ khuếch đại công suất, v.v.) được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu dải tần cơ sở thành tín hiệu sóng mang được điều biến phù hợp với việc truyền qua giao diện phía mạng 1102. Bộ thu 1108 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc

tập hợp của các thành phần (ví dụ bộ biến tần giảm, bộ khuếch đại nhiễu thấp, v.v.) được thích ứng để biến đổi tín hiệu sóng mang thu được qua giao diện phía mạng 1102 thành tín hiệu dải tần cơ sở. Bộ xử lý tín hiệu 1110 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để chuyển đổi tín hiệu dải tần cơ sở thành tín hiệu dữ liệu phù hợp với truyền thông qua (các) giao diện phía thiết bị 1112, hoặc ngược lại. (Các) giao diện phía thiết bị 1112 có thể bao gồm thành phần bất kỳ hoặc tập hợp của các thành phần được thích ứng để truyền thông các tín hiệu dữ liệu giữa bộ xử lý tín hiệu 1110 và các thành phần nằm trong thiết bị máy chủ (ví dụ hệ thống xử lý 1000, các cổng mạng vùng cục bộ (LAN), v.v.).

[53] Bộ thu phát 1100 có thể truyền và thu các tín hiệu qua bất kỳ loại phương tiện truyền thông nào. Theo một vài phương án, bộ thu phát 1100 truyền và thu các tín hiệu qua phương tiện không dây. Ví dụ, bộ thu phát 1100 có thể là bộ thu phát không dây được thích ứng để truyền thông phù hợp với giao thức truyền thông không dây, chẳng hạn như giao thức dạng ô (ví dụ phát triển dài hạn (LTE), v.v.), giao thức mạng vùng cục bộ không dây (WLAN) (ví dụ Wi-Fi, v.v.), hoặc loại bất kỳ khác của giao thức không dây (ví dụ Bluetooth, truyền thông trường gần (NFC), v.v.). Trong các phương án như vậy, giao diện phía mạng 1102 bao gồm một hoặc nhiều thành phần phát xạ/anten. Ví dụ, giao diện phía mạng 1102 có thể bao gồm một anten, nhiều anten riêng biệt, hoặc mảng nhiều anten được tạo cấu hình cho truyền thông đa lớp, ví dụ một đầu vào nhiều đầu ra (SIMO), nhiều đầu vào một đầu ra (MISO), nhiều đầu vào nhiều đầu ra (MIMO), v.v. Trong các phương án khác, bộ thu phát 1100 truyền và thu báo hiệu qua phương tiện nối dây, ví dụ cáp xoắn đôi, cáp đồng trục, cáp quang, v.v. Các hệ thống xử lý và/hoặc các bộ thu phát cụ thể có thể ứng dụng toàn bộ các thành phần được thể hiện, hoặc chỉ tập con của các thành phần, và các mức tích hợp có thể thay đổi theo từng thiết bị.

[54] Mặc dù phần mô tả đã được nêu chi tiết, cần hiểu rằng các sự thay đổi, các sự thay thế và các sự biến đổi khác nhau có thể được thực hiện mà không trệch khỏi tinh thần và phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu

bảo hộ kèm theo. Hơn nữa, phạm vi của sáng chế không nhằm giới hạn các phương án cụ thể được mô tả ở đây, người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng sẽ thấy rõ từ sáng chế là mà các quy trình, các máy móc, sản phẩm, các thành phần của vật liệu, các phương tiện, các phương pháp, hoặc các bước thực hiện, hiện tại hoặc được phát triển sau đó, về cơ bản có thể thực hiện cùng chức năng hoặc về cơ bản đạt được cùng kết quả với các phương án tương ứng được mô tả ở đây. Theo đó, các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo được coi là bao gồm trong phạm vi của chúng chẳng hạn như các quy trình xử lý, các máy móc, sản phẩm, các thành phần của vật liệu, các phương tiện, các phương pháp, hoặc các bước thực hiện.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp mã hóa cực, phương pháp bao gồm các bước:

thu nhận (410), bởi bộ mã hóa, tin nhắn bao gồm các bit thông tin;

mã hóa (420), bởi bộ mã hóa, tin nhắn sử dụng mã cực thứ nhất để nhận được từ mã thứ nhất;

mã hóa (430), bởi bộ mã hóa, tin nhắn sử dụng mã cực thứ hai để nhận được từ mã thứ hai, từ mã thứ hai dài gấp đôi từ mã thứ nhất;

truyền (440), bởi bộ truyền, từ mã thứ nhất tới bộ thu; và

truyền (450), bởi bộ truyền, nửa thứ hai của từ mã thứ hai tới bộ thu mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai đến bộ thu khi bộ thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó từ mã thứ nhất bao gồm một hoặc nhiều bit thông tin được bao gồm trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai và được loại khỏi nửa thứ nhất của từ mã thứ nhất.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó nửa thứ hai của từ mã thứ hai loại trừ thông tin chẵn lẻ đối với một hoặc nhiều bit thông tin mà là chung đối với cả từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai.

4. Phương pháp theo điểm 2 hoặc 3, trong đó một hoặc nhiều bit thông tin được được ánh xạ tới các vị trí bit tin cậy nhất trong nửa thứ hai của từ mã thứ hai.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 đến 4, trong đó từ mã thứ nhất được truyền là truyền ban đầu, trong đó nửa thứ hai của từ mã thứ hai được truyền là truyền lại, và trong đó một hoặc nhiều bit thông tin được mang ở các vị trí bit tin cậy hơn trong khi truyền lại so với trong khi truyền ban đầu.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước:

mã hóa, bởi bộ mã hóa, tin nhắn sử dụng mã cực thứ ba để nhận được từ mã thứ ba, từ mã thứ ba dài gấp ba từ mã thứ nhất; và

truyền, bởi bộ truyền, một phần ba cuối cùng của từ mã thứ ba mà không truyền hai phần ba thứ nhất của từ mã thứ ba khi bộ thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai.

7. Thiết bị được tạo cấu hình để truyền dữ liệu, thiết bị bao gồm:

bộ xử lý; và

phương tiện đọc được bởi máy tính không tạm thời lưu trữ chương trình để thực hiện bởi bộ xử lý phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6.

8. Phương pháp giải mã cực, phương pháp bao gồm các bước:

thu (610), bởi bộ thu, từ mã thứ nhất mang tập các bit thông tin tương ứng với tin nhắn;

thu (620), bởi bộ thu, nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không thu nửa thứ nhất của từ mã thứ hai, nửa thứ hai của từ mã thứ hai mang một hoặc nhiều bit thông tin trong tập các bit thông tin tương ứng với tin nhắn, ít nhất một vài bit thông tin trong tập các bit thông tin được loại khỏi nửa thứ hai của từ mã thứ hai; và

giải mã (630), bởi bộ giải mã, tin nhắn bằng cách xử lý ít nhất từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó việc giải mã (630) tin nhắn bằng cách xử lý ít nhất từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai bao gồm sự kết hợp nửa thứ hai của từ mã thứ hai với từ mã thứ nhất để nhận được từ mã kết hợp, và giải mã từ mã kết hợp dựa vào các bit thông tin và thông tin chẵn lẻ trong từ mã kết hợp.

10. Phương pháp theo điểm 8 hoặc 9, trong đó việc giải mã (630) tin nhắn bằng cách xử lý ít nhất từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai bao gồm:

giải mã nửa thứ hai của từ mã thứ hai để nhận được các trị số cho một hoặc nhiều bit thông tin được mang bởi nửa thứ hai của từ mã thứ hai, và

thực hiện kiểm tra chẵn lẻ bằng cách so sánh các trị số của một hoặc nhiều bit thông tin thu được từ nửa thứ hai của từ mã thứ hai với các bit chẵn lẻ trong từ mã thứ nhất.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 10, trong đó từ mã thứ nhất là truyền ban đầu, trong đó nửa thứ hai của từ mã thứ hai là truyền lại của truyền ban đầu, và trong đó một hoặc nhiều bit thông tin được mang ở các vị trí bit tin cậy hơn trong khi truyền lại so với trong khi truyền ban đầu.

12. Thiết bị giải mã cực bao gồm:

bộ xử lý; và

phương tiện đọc được bởi máy tính không tạm thời lưu trữ chương trình để thực hiện bởi bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để khiến bộ xử lý thực hiện phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 8 đến 11.

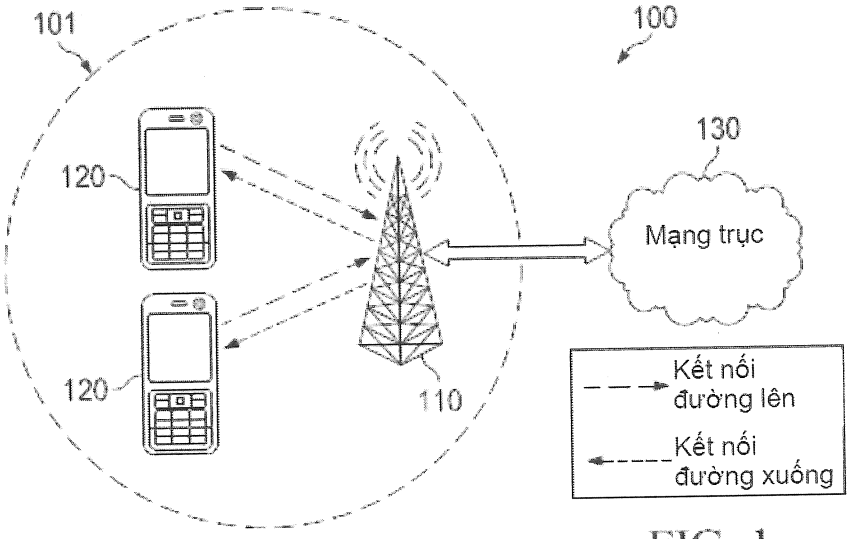

101
100
130
120
Mạng trục
120
110
Kết nối đường lên
Kết nối đường xuống

FIG. 1

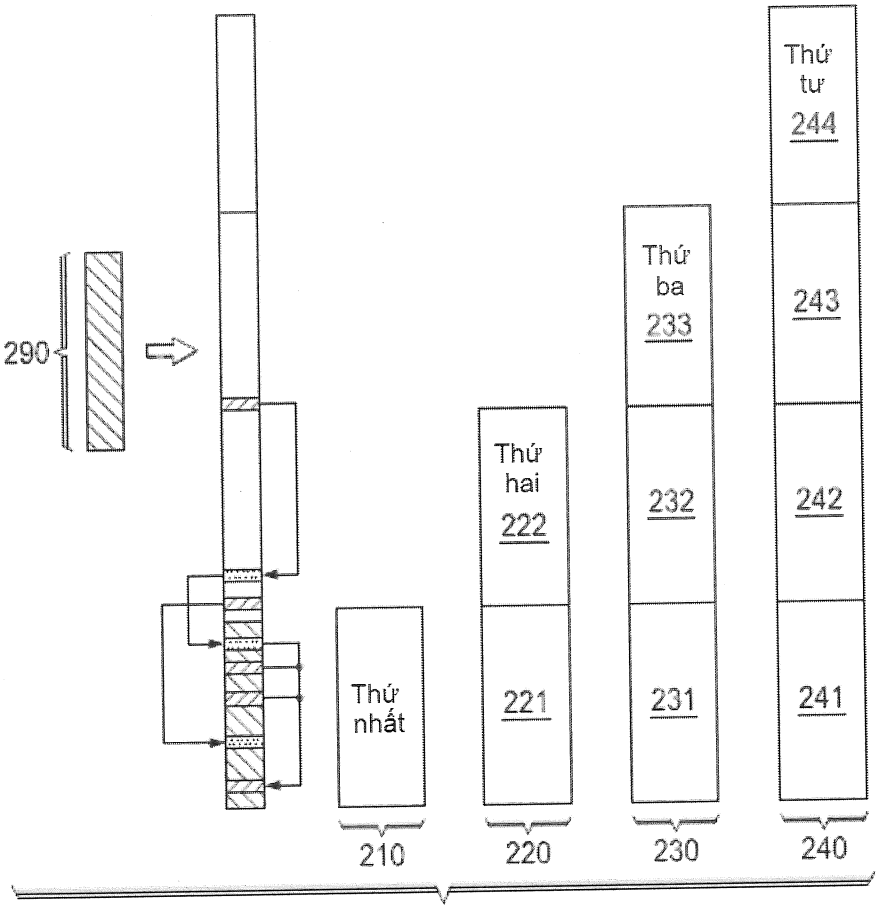

290
Thứ nhất
210
Thứ hai
222
221
220
Thứ ba
233
232
231
230
Thứ tư
244
243
242
241
240

FIG. 2

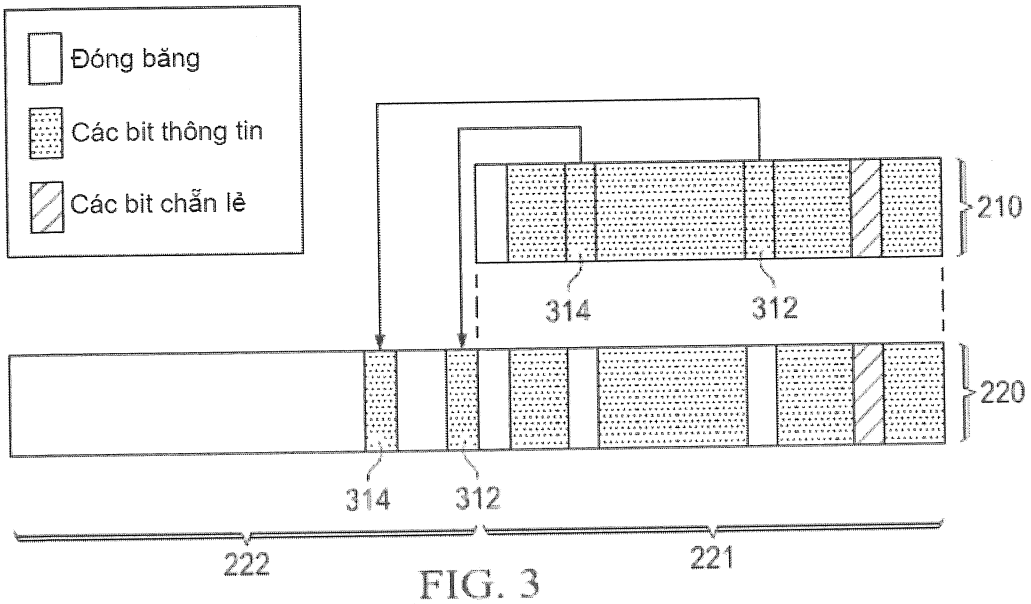

Đóng băng
Các bit thông tin
Các bit chẵn lẻ
210
314
312
220
314
312
222
221

FIG. 3

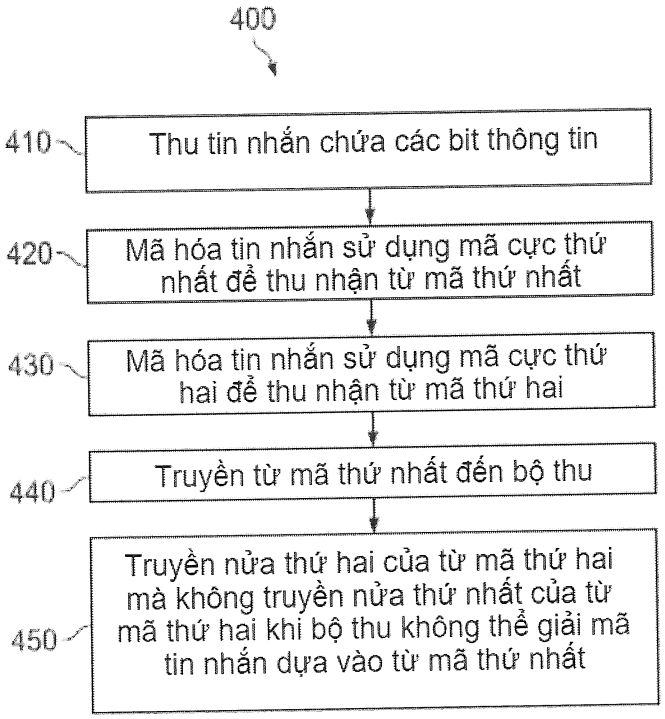

400
410
Thu tin nhắn chứa các bit thông tin
420
Mã hóa tin nhắn sử dụng mã cực thứ nhất để thu nhận từ mã thứ nhất
430
Mã hóa tin nhắn sử dụng mã cực thứ hai để thu nhận từ mã thứ hai
440
Truyền từ mã thứ nhất đến bộ thu
450
Truyền nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không truyền nửa thứ nhất của từ mã thứ hai khi bộ thu không thể giải mã tin nhắn dựa vào từ mã thứ nhất

FIG. 4

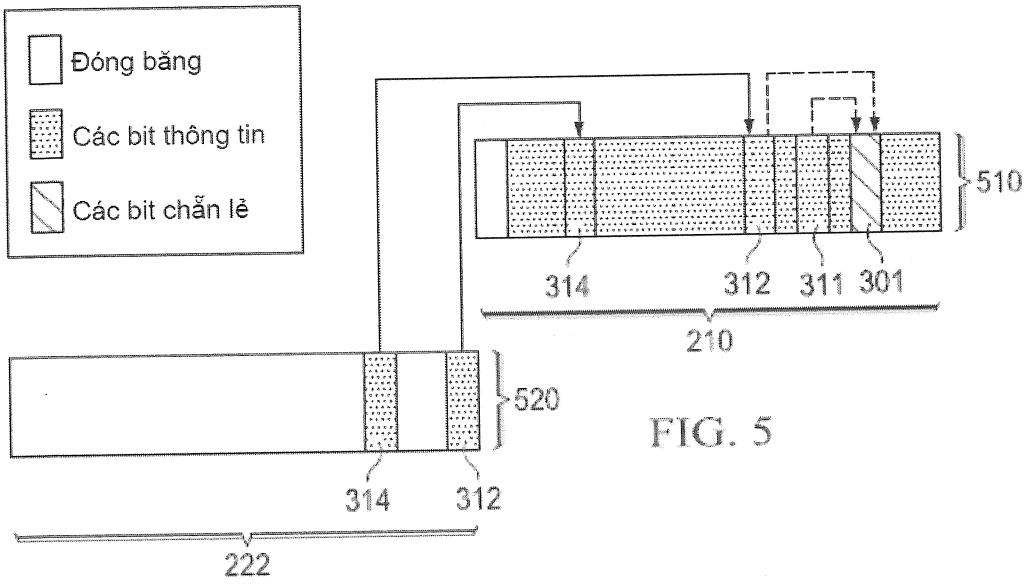

Đóng băng
Các bit thông tin
Các bit chẵn lẻ
510
314
312
311
301
210
520
314
312
222

FIG. 5

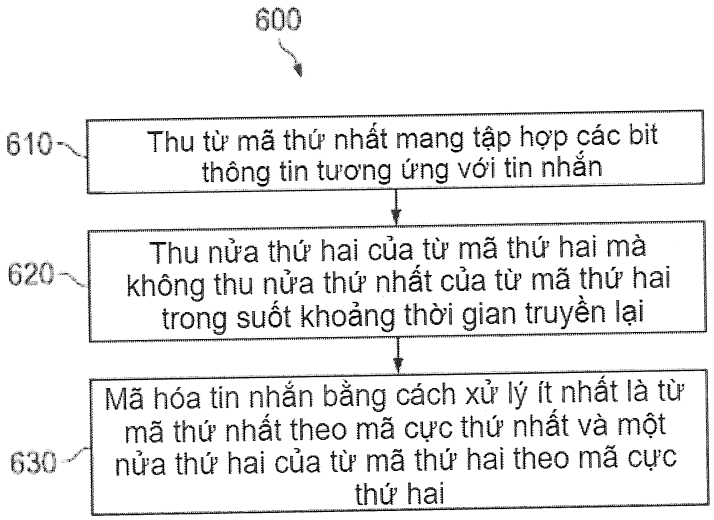

600
610
Thu từ mã thứ nhất mang tập hợp các bit thông tin tương ứng với tin nhắn
620
Thu nửa thứ hai của từ mã thứ hai mà không thu nửa thứ nhất của từ mã thứ hai trong suốt khoảng thời gian truyền lại
630
Mã hóa tin nhắn bằng cách xử lý ít nhất là từ mã thứ nhất theo mã cực thứ nhất và một nửa thứ hai của từ mã thứ hai theo mã cực thứ hai

FIG. 6

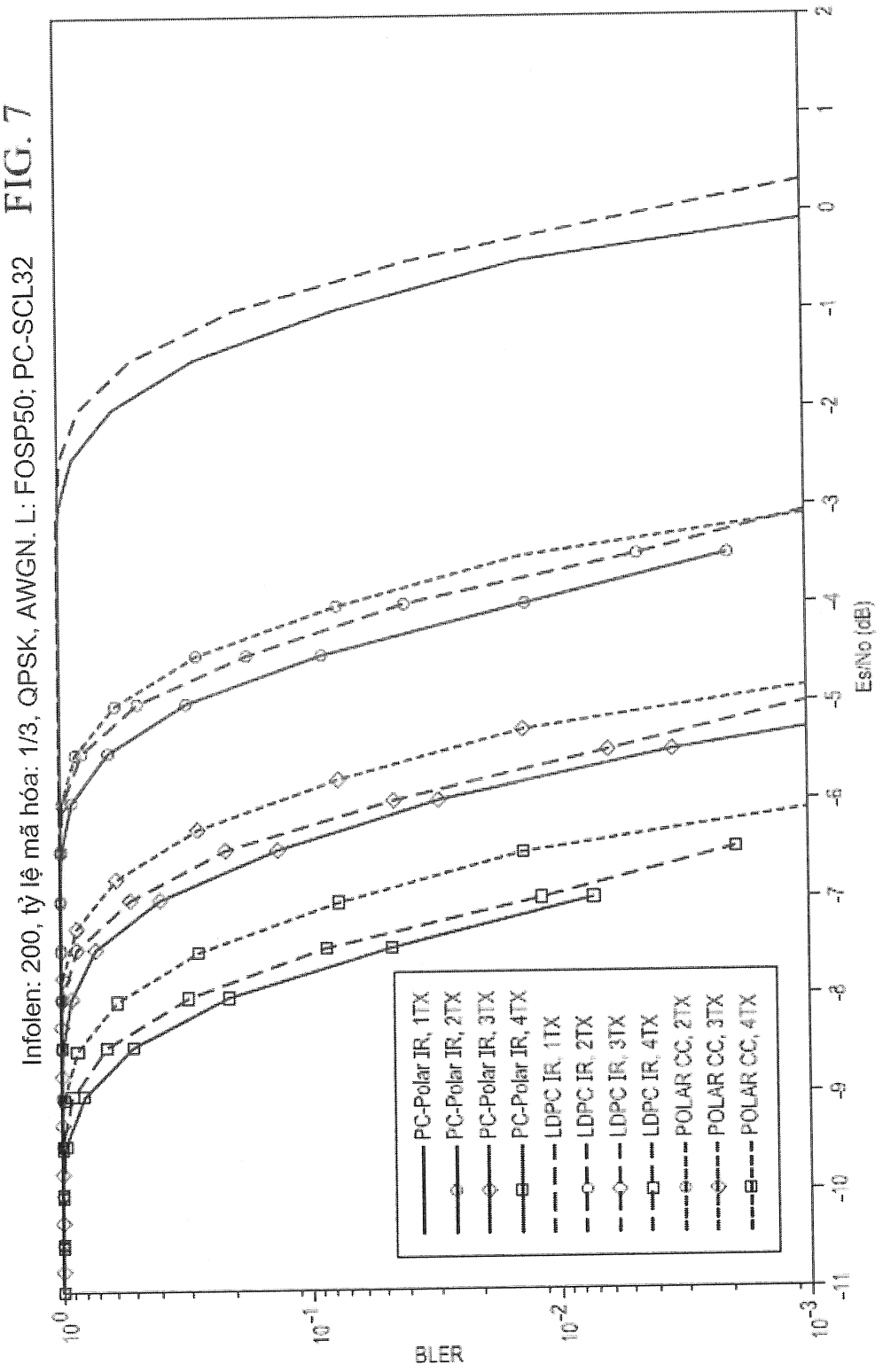
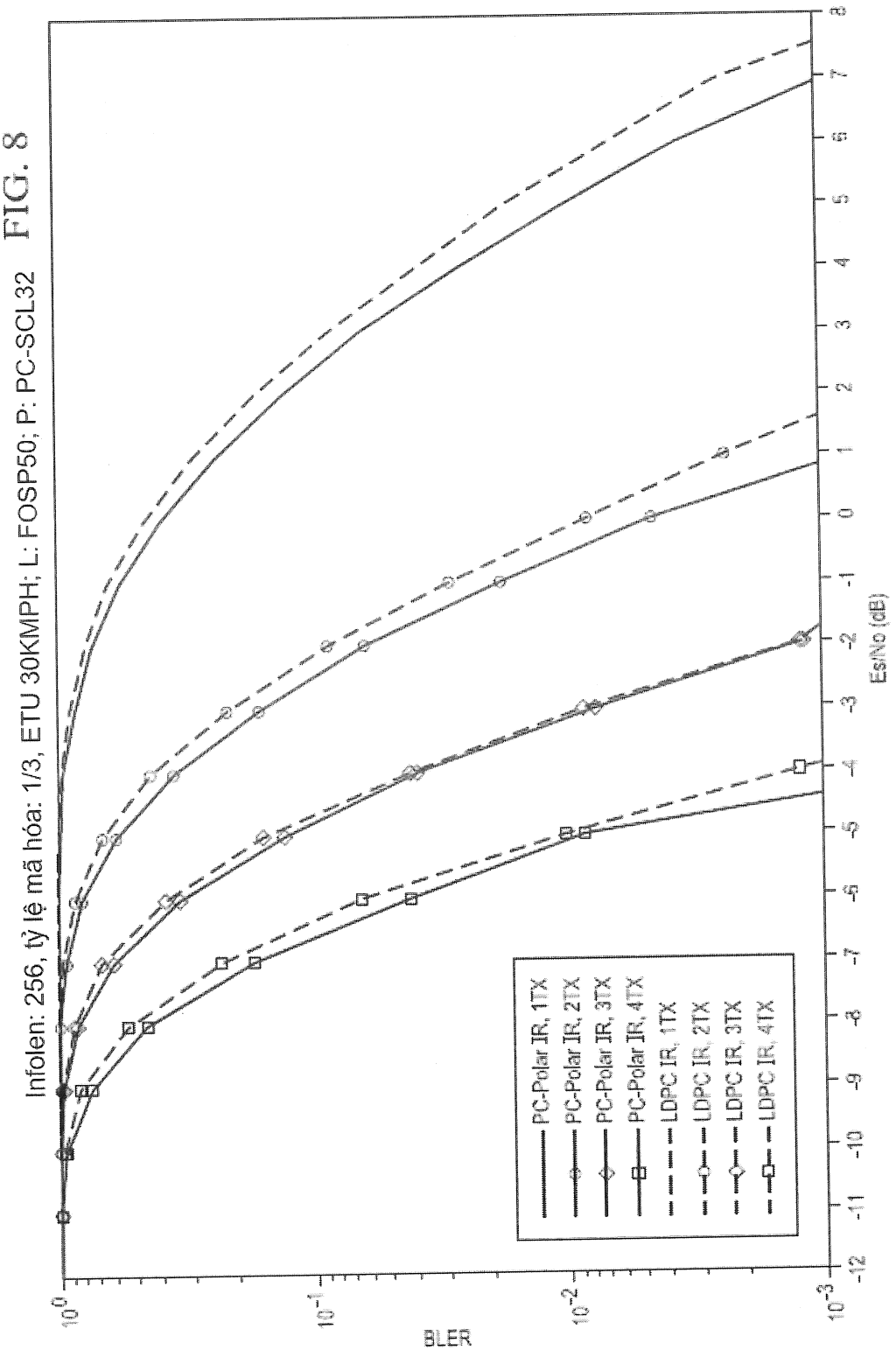

Infolen: 200, tỷ lệ mã hóa: 1/3, QPSK, AWGN. L: FOSP50; PC-SCL32
BLER
Es/No (dB)
PC-Polar IR, 1TX
PC-Polar IR, 2TX
PC-Polar IR, 3TX
PC-Polar IR, 4TX
LDPC IR, 1TX
LDPC IR, 2TX
LDPC IR, 3TX
LDPC IR, 4TX
POLAR CC, 2TX
POLAR CC, 3TX
POLAR CC, 4TX

FIG. 7

FIG. 8


Infolen: 256, tỷ lệ mã hóa: 1/3, ETU 30KMPH; L: FOSP50; P: PC-SCL32
BLER
Es/No (dB)
PC-Polar IR, 1TX
PC-Polar IR, 2TX
PC-Polar IR, 3TX
PC-Polar IR, 4TX
LDPC IR, 1TX
LDPC IR, 2TX
LDPC IR, 3TX
LDPC IR, 4TX

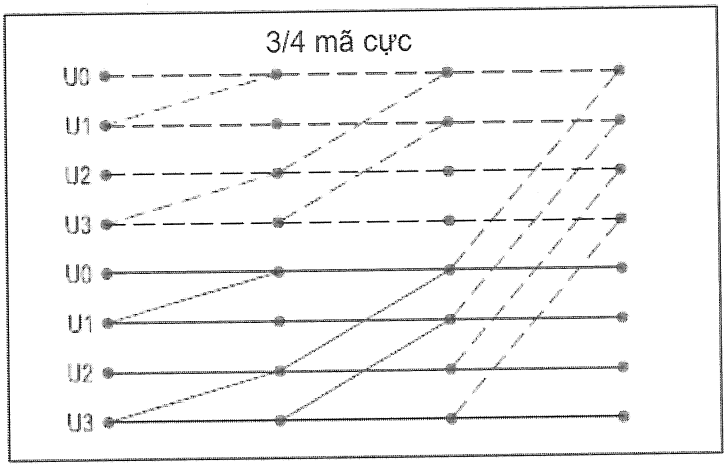

3/4 mã cực
U0
U1
U2
U3
U0
U1
U2
U3

FIG. 9A

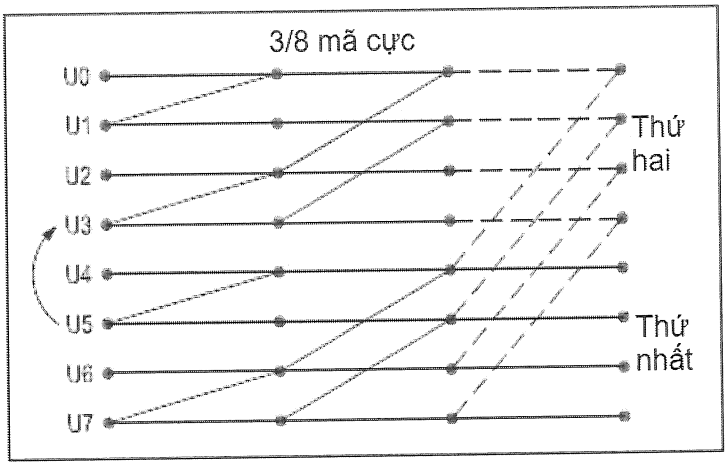

3/8 mã cực
U0
U1
U2
U3
U4
U5
U6
U7
Thứ hai
Thứ nhất

FIG. 9B

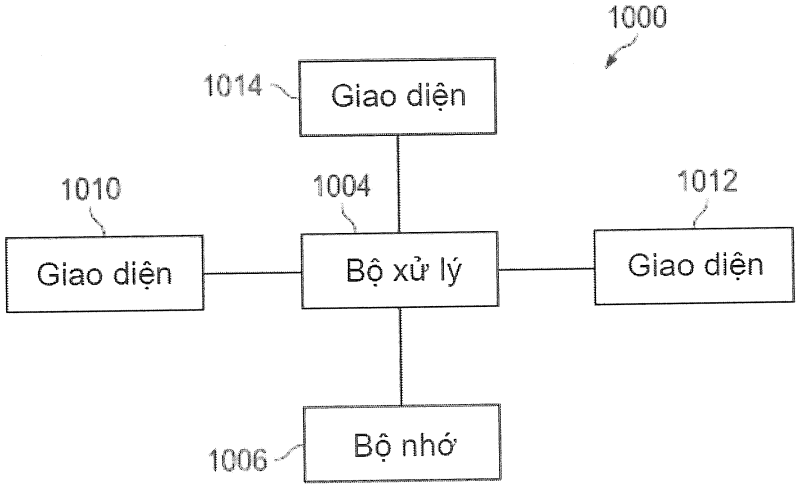

1000
1014
Giao diện
1010
1004
1012
Giao diện
Bộ xử lý
Giao diện
1006
Bộ nhớ

FIG. 10

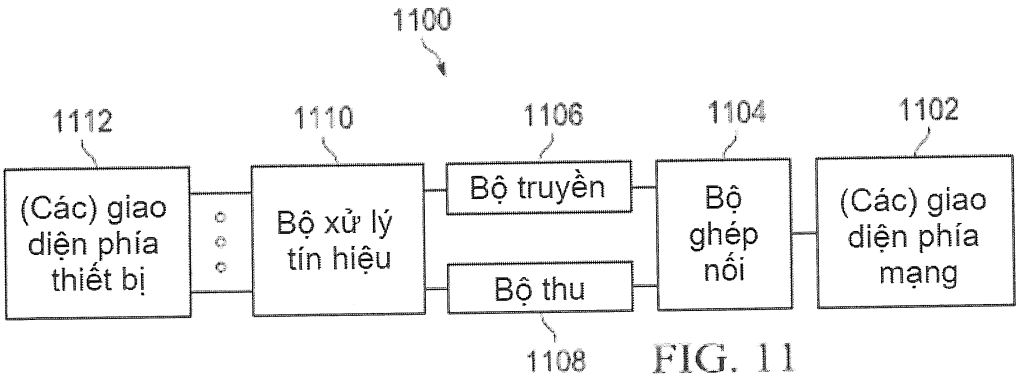

1100
1112
1110
1106
1104
1102
(Các) giao diện phía thiết bị
Bộ xử lý tín hiệu
Bộ truyền
Bộ thu
Bộ ghép nối
(Các) giao diện phía mạng
1108

FIG. 11