



(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)



1-0030061

(51)⁸ H04L 27/26; H04L 27/34

(13) B

(21) 1-2017-04383

(22) 28/04/2016

(86) PCT/EP2016/059538 28/04/2016

(87) WO2016/174160 03/11/2016

(30) 15305671.8 30/04/2015 EP

(45) 25/11/2021 404

(43) 25/01/2018 358A

(73) InterDigital CE Patent Holdings (FR)

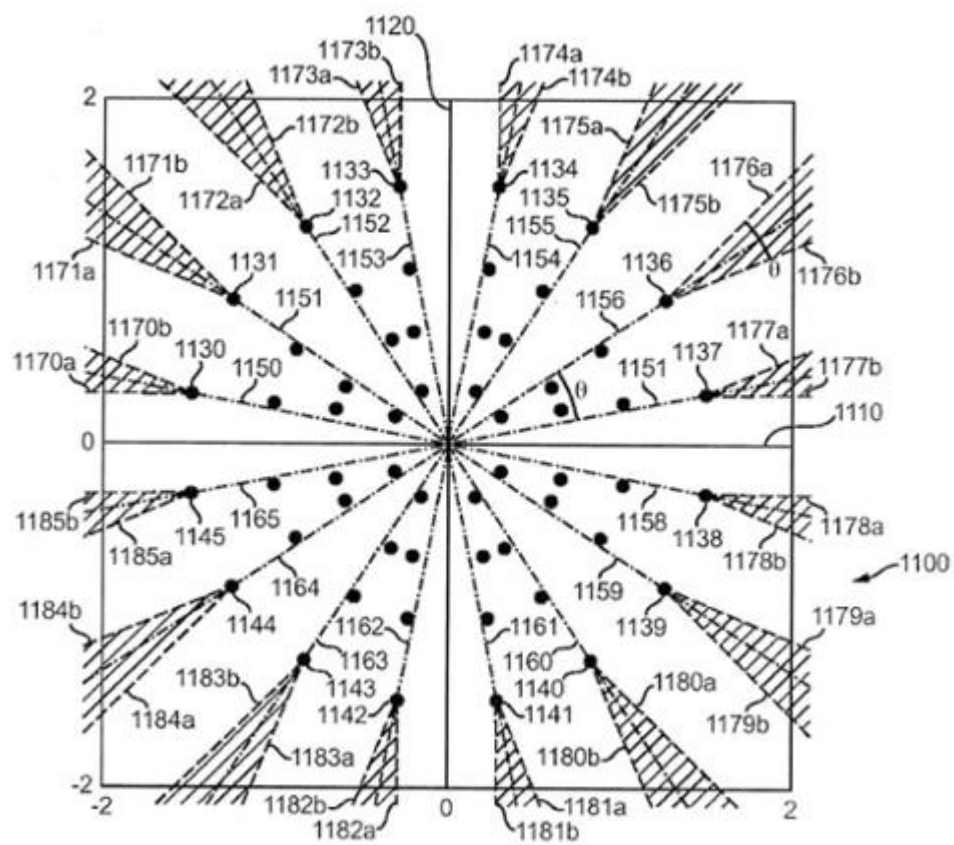
3 rue du Colonel Moll, 75017 Paris, France

(72) FONTAINE, Loïc (FR); PESIN, Anthony (FR).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ LUỒNG DỮ LIỆU, VÀ PHƯƠNG PHÁP VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ TÍN HIỆU NHẬN ĐƯỢC MÀ ĐƯỢC TRUYỀN DƯỚI DẠNG CHÙM ĐIỂM GỒM CÁC KÝ HIỆU BIỂU DIỄN LUỒNG DỮ LIỆU

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp và thiết bị để xử lý tín hiệu được truyền mà có tỷ số công suất đỉnh trên trung bình được giảm. Tiến trình xử lý này bao gồm bước áp dụng (1650) kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan chung đến các hệ thống truyền thông. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến sự những kỹ thuật giảm tỷ số công suất đỉnh trên trung bình mà được sử dụng trong hệ thống truyền thông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Phần này nhằm giới thiệu cho người đọc những khía cạnh kỹ thuật khác nhau mà có thể liên quan đến các phương án được mô tả dưới đây. Phần này có tác dụng cung cấp cho người đọc những thông tin nền tảng để cho phép hiểu rõ hơn về những khía cạnh khác nhau của sáng chế. Do đó, phần này cần được hiểu như đã nêu trên.

Nhiều hệ thống truyền thông hiện đại sử dụng những kỹ thuật điều chế đa sóng mang, chẳng hạn ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM). OFDM là kỹ thuật mã hoá dữ liệu số trên nhiều tần số sóng mang. Theo kỹ thuật OFDM, thì các tần số sóng mang con được chọn sao cho các sóng mang con trực giao nhau, có nghĩa là sự xuyên âm giữa những kênh con bị triệt tiêu và không cần đến các dải bảo vệ giữa các sóng mang. Điều này đơn giản hoá đáng kể thiết kế của cả thiết bị phát lẫn thiết bị thu; khác với kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số (Frequency Division Multiplexing - FDM) thông thường, không cần đến bộ lọc riêng biệt cho mỗi kênh con. Tính trực giao cho phép thực hiện bộ điều chế và bộ giải điều chế một cách hiệu quả nhờ sử dụng thuật toán biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform - FFT) ở phía thiết bị thu, và thuật toán FFT ngược ở phía thiết bị phát. Cụ thể là, kích thước của FFT xác định số lượng sóng mang trong hệ thống điều chế OFDM. Những kênh chọn lọc tần số được xác định đặc điểm bởi sự lan truyền trễ hoặc băng thông kết hợp của chúng. Trong hệ thống đơn sóng mang, chẳng hạn hệ thống truyền tín hiệu dải biên sót lại tám mức (eight level vestigial sideband - 8 VSB), thì chỉ một lần fade hoặc can nhiễu cũng có thể làm cho toàn bộ liên kết gặp sự cố,

nhưng trong các hệ thống đa sóng mang, chẳng hạn OFDM, thì chỉ một ít trong tổng số các sóng mang con là sẽ bị ảnh hưởng. Theo cách này, hiện tượng fading đa đường có thể dễ dàng bị triệt tiêu trong hệ thống OFDM, với những kỹ thuật cân bằng đơn giản hơn so với ở các hệ thống đơn sóng mang. Kỹ thuật OFDM được dùng trong các hệ thống truyền tín hiệu truyền hình mặt đất (ví dụ, các tiêu chuẩn phát sóng video số DVB-T (Digital Video Broadcasting - Terrestrial - truyền hình số mặt đất) và DVB-T2 (Digital Video Broadcasting - Second Generation Terrestrial - truyền hình số mặt đất thế hệ thứ hai)) cũng như các hệ thống điện thoại di động và các hệ thống truyền tín hiệu dữ liệu không dây, và những hệ thống khác.

Đối với hệ thống DVB-T2 thì có vài kích thước FFT khác nhau để chọn, cụ thể là 1K, 2K, 4K, 8K, 16K, và 32K, trong đó số lượng sóng mang là bằng hai đến mũ N mà gần bằng nhất với giá trị được chỉ thị bên trên tính bằng hàng nghìn. Khi kích thước của FFT tăng lên thì độ dốc của phổ càng rõ rệt hơn. Bình thường, đối với mỗi kích thước FFT, thì chỉ có một lượng sóng mang OFDM cố định là được sử dụng và nằm tại các mép của phổ, một số trong số các sóng mang này không được dùng để cho phép phổ đủ dốc để không gây nhiễu vào kênh liền kề. Đối với những kích thước FFT lớn (16K, 32K, v.v.), thì độ dốc là rất rõ rệt và cho phép sử dụng thêm một số sóng mang OFDM bổ sung. Tại các giá trị FFT cao hơn này, thì đặc tả DVB-T2 cho phép sử dụng số lượng sóng mang bình thường hoặc số lượng sóng mang mở rộng. Điều này được báo hiệu cho máy thu nhờ sử dụng dữ liệu tiền báo hiệu $L1$.

Ngoài ra, mỗi trong số các sóng mang này có thể được điều chế dựa trên tập hợp từ mã điều chế. Độ sâu điều chế hay mẫu chùm điểm có thể biến thiên từ khoá dịch pha vuông góc (Quadrature Phase Shift Keying - QPSK) sử dụng các từ mã hai bit đến điều chế biên độ vuông góc 256 mức (256 level Quadrature Amplitude Modulation - 256-QAM) sử dụng các từ mã 8 bit.

Kỹ thuật điều chế OFDM đã được chấp nhận sử dụng trong các tiêu chuẩn truyền hình số mặt đất, ví dụ, các tiêu chuẩn DVB-T/DVB-T2 ở Châu Âu, và tiêu chuẩn ISDB-T (Integrate Services Digital Broadcast - Terrestrial - truyền hình số tích hợp

dịch vụ mặt đất) ở Nhật Bản. DVB-T, tức tiêu chuẩn truyền hình số mặt đất (Digital Terrestrial Television - DTT) thế hệ đầu tiên của châu Âu, là tiêu chuẩn được chấp nhận và được triển khai rộng rãi nhất. Kể từ khi được công bố năm 1997, trên 70 quốc gia đã triển khai các dịch vụ DVB-T và 45 quốc gia nữa đã chấp nhận (nhưng chưa triển khai) DVB-T. Tiêu chuẩn được thiết lập vững chắc này được lợi từ hiệu quả kinh tế quy mô lớn và giá thiết bị thu rất thấp. Giống như người tiền nhiệm của mình, DVB-T2 cũng sử dụng kỹ thuật điều chế OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex - ghép kênh phân chia theo tần số trực giao) với một số lượng lớn sóng mang con để phân phối tín hiệu mạnh, và cung cấp các chế độ khác nhau, làm cho nó trở thành tiêu chuẩn rất linh hoạt. DVB-T2 sử dụng kỹ thuật mã hoá sửa lỗi giống như được sử dụng trong tiêu chuẩn DVB-S2 (Digital Video Broadcasting - Satellite - Second Generation - truyền hình số vệ tinh thế hệ thứ hai) đối với các tín hiệu vệ tinh và tiêu chuẩn DVB-C2 (Digital Video Broadcasting - Cable - Second Generation - truyền hình số qua cáp thế hệ thứ hai) đối với các tín hiệu cáp: kỹ thuật mã hoá kiểm tra chẵn lẻ mật độ thấp (Low Density Parity Check - LDPC) kết hợp với kỹ thuật mã hoá Bose-Chaudhuri-Hocquengham (BCH), để tạo ra tín hiệu rất mạnh. Số lượng sóng mang, các kích thước khoảng bảo vệ và các tín hiệu hoa tiêu có thể được điều chỉnh, để các phí tổn có thể được tối ưu hoá đối với kênh truyền mục tiêu bất kỳ. DVB-T2 có khả năng chống nhiễu tốt hơn, linh hoạt hơn và hiệu quả hơn ít nhất là 50% so với hệ thống DTT bất kỳ khác. Nó hỗ trợ độ phân giải tiêu chuẩn (Standard Definition - SD), độ phân giải cao (High Definition - HD), độ phân giải siêu cao (Ultra High Definition - UHD), TV di động, hoặc tổ hợp bất kỳ của chúng.

OFDM cũng đã được chấp nhận trong các mạng truyền thông không dây khác, chẳng hạn như, nhưng không chỉ giới hạn ở, tiêu chuẩn không dây IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers - viện kỹ thuật điện và điện tử) 802.11, tiêu chuẩn di động 3GPP (3G Partnership Project - dự án hợp tác thế hệ thứ 3) LTE (Long Term Evolution - phát triển lâu dài), và tiêu chuẩn DAB (Digital Audio Broadcast - phát thanh quảng bá số). OFDM cũng được sử dụng trong các giao thức dùng dây khác, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, hệ thống đa phương tiện qua liên minh cáp (Multimedia over Cable Alliance - MoCA) đối với cáp đồng trục, và đường dây thuê

bao số bất đối xứng (Asymmetrical Digital Subscriber Line - ADSL) và hệ thống DSL tốc độ bit rất cao (Very high bit rate DSL - VDSL) đối với những đường dây điện thoại. Những thuộc tính và những thông số nêu trên cũng áp dụng cho những hệ thống thực hiện OFDM này.

Gần đây, Ủy ban hệ thống truyền hình tiên tiến (Advanced Television Systems Committee - ATSC), là tổ chức đề xuất các tiêu chuẩn truyền hình số mặt đất ở Mỹ, đã công bố đề xuất lớp vật lý thế hệ tiếp theo (được đặt tên là ATSC 3.0). ATSC 3.0 thậm chí sẽ cung cấp nhiều dịch vụ hơn cho người xem và làm tăng hiệu quả băng thông và hiệu suất nén, vốn yêu cầu chấm dứt khả năng tương thích ngược với phiên bản được triển khai hiện tại là ATSC A/53, mà bao gồm hệ thống điều chế 8-VSB (8 level Vestigial Sideband - dải biên sót lại 8 mức). ATSC 3.0 được dự tính là xuất hiện trong thập kỷ tiếp theo và nó nhằm hỗ trợ phân phối, đến các thiết bị cố định, nội dung có độ phân giải video lên đến UHD (độ phân giải siêu cao) với độ phân giải là 3840x2160 điểm ảnh tại tốc độ là 60 khung hình mỗi giây (frames per second - fps). ATSC 3.0 có thể sử dụng nhiều trong số các nguyên lý nêu trên liên quan đến OFDM và có thể còn bao gồm nhiều mẫu chùm điểm điều chế tín hiệu. Mục đích của hệ thống này là hỗ trợ phân phối, đến các thiết bị mang vác được, các thiết bị cầm tay và các thiết bị trên xe, nội dung với độ phân giải video lên đến HD (độ phân giải cao) với độ phân giải 1920x1080 điểm ảnh tại 60 fps. Hệ thống này cũng được dự tính là hỗ trợ các độ phân giải video và tốc độ khung hình thấp hơn.

Tuy nhiên, cho dù có các thuộc tính rất cạnh tranh, nhưng các tín hiệu OFDM lại có nhược điểm lớn so với các tín hiệu đơn sóng mang là: tỷ số công suất đỉnh trên trung bình (Peak-to-Average Power Ratio - PAPR) cao. Khi tín hiệu OFDM được biến đổi sang miền thời gian, thì tín hiệu kết quả là tổng của tất cả các sóng mang con, mà có thể cộng cùng pha, gây ra đỉnh tín hiệu cao gấp N lần so với công suất tín hiệu trung bình, trong đó N là số lượng sóng mang con. Đặc điểm này làm cho các tín hiệu OFDM rất nhạy cảm với tính phi tuyến của các linh kiện tương tự của máy thu phát, cụ thể là các linh kiện của bộ khuếch đại công suất cao (High Power Amplifier - HPA) khi bức xạ.

HPA được mong muốn hoạt động trong vùng bảo hoà của nó, mà tương ứng với vùng hiệu quả cao của nó. Tuy nhiên, trong vùng này thì HPA có tính phi tuyến nặng.

Tính phi tuyến này là nguồn của sự méo trong dải (In-Band - IB) vốn có thể vừa làm giảm hiệu suất liên kết xét về mặt tỷ lệ lỗi bit (Bit Error Rate - BER) vừa gây ra nhiễu ngoài dải (Out-Of-Band - OOB) đáng kể và làm cho nhà điều hành càng khó tuân thủ các mặt nạ phổ nghiêm ngặt. Giải pháp đơn giản nhất cho vấn đề này là vận hành HPA trong vùng tuyến tính bằng cách cho phép lượng cất lưng bộ khuếch đại đủ lớn. Tuy nhiên, giải pháp này làm giảm hiệu quả công suất của hệ thống và thường xuyên dẫn đến hiệu quả về mặt chi phí không thể chấp nhận được trong toàn hệ thống. Vì tất cả những lý do này, nên việc giảm PAPR của các tín hiệu OFDM đang ngày càng được coi là quan trọng trong việc duy trì các ưu điểm hiệu quả về mặt chi phí của OFDM trong các hệ thống thực tiễn, đặc biệt là khi các hệ thống mới như DVB-T2 đang được triển khai với số lượng sóng mang lớn (lên đến 32K và điều chế 256QAM).

Nhiều kỹ thuật đã được đề xuất để giảm các giá trị PAPR trong các hệ thống OFDM, nhưng phần lớn trong số những kỹ thuật đó đều làm giảm hiệu suất truyền hoặc cố tình giảm chất lượng của tín hiệu được truyền. Ví dụ, cơ chế chủ động mở rộng chùm điểm (Active Constellation Extension - ACE) đã được đề xuất như một phương pháp hiệu quả để giảm các giá trị PAPR trong cả hệ thống truyền thông đơn đầu vào đơn đầu ra (Single Input Single Output - SISO) lẫn hệ thống truyền thông đa đầu vào đa đầu ra (Multiple Input Multiple Output - MIMO) và cũng đã được chấp nhận sử dụng với các hệ thống phát sóng DVB-T2. Tuy nhiên, các hệ thống này chưa tối ưu cho tất cả các mẫu chùm điểm điều chế tín hiệu. Ví dụ, ATSC 3.0 tính đến việc sử dụng các mẫu chùm điểm không vuông hai chiều (2 Dimensional - 2D) chứa 16, 64, hoặc 256 ký hiệu hoặc điểm trong chùm điểm. Cơ chế ACE này làm việc tốt với các sóng mang con được điều chế QAM nhờ sử dụng chùm điểm vuông bởi vì các điểm biên của chùm điểm QAM vuông được mở rộng theo chiều trục thực hoặc chiều trục ảo. Tuy nhiên, các kỹ thuật ACE này, như được sử dụng với DVB-T2, cũng như các kỹ thuật giảm PAPR tương tự, là có hiệu quả rất thấp đối với các chùm điểm không vuông mà được đề xuất cho ATSC 3.0.

Khi có hệ thống phát sóng mới được triển khai, mà sẽ là trường hợp đối với ATSC 3.0, thì hệ thống phát sóng mới đó có thể cùng tồn tại với hệ thống hiện tại trong

một thời gian. Ngoài ra, việc đồng chỉnh lại kênh thường được thực hiện khi các kênh được di chuyển quanh phổ khả dụng để chứa cả các kênh mới lẫn các kênh hiện có. Tiến trình lập kế hoạch này có thể khá khó vì phải tính đến sự can nhiễu giữa các kênh khác nhau khi lập kế hoạch xem các kênh này có thể được đặt ở đâu. Tình trạng cùng tồn tại càng cho thấy sự quan trọng của việc coi các kỹ thuật giảm PAPR là một trong số những ưu tiên của hệ thống mới, cụ thể là vì sự can nhiễu kênh liền kề và sự can nhiễu cùng kênh tiềm tàng với hệ thống đơn sóng mang đang tồn tại từ trước. Do đó, cần phải cải thiện các kỹ thuật giảm PAPR mà được sử dụng cùng với các hệ thống OFDM dựa trên các mẫu chùm điểm điều chế tín hiệu mới và các mẫu chùm điểm điều chế tín hiệu khác nhau, bao gồm hệ thống OFDM đối với ATSC 3.0.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong chùm điểm như một phần của hoạt động truyền tín hiệu. Phương pháp này bao gồm bước áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.

Theo khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong một chùm điểm như một phần của hoạt động truyền tín hiệu. Thiết bị này bao gồm môđun chiếu (670), môđun chiếu này áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được

sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng một chùm điểm gồm các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng một tốc độ mã. Phương pháp này bao gồm bước giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu này.

Theo phương án khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng một chùm điểm gồm các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng một tốc độ mã. Thiết bị này bao gồm bộ giải điều chế để giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu này.

Phần nêu trên đã thể hiện vắn tắt đối tượng của sáng chế để cho phép hiểu cơ bản về một số khía cạnh của các phương án theo sáng chế. Phần vắn tắt này không phải là sự khái quát rộng về sáng chế. Nó không nhằm xác định các phần tử chủ chốt hay mang tính quyết định của các phương án, cũng không xác định phạm vi của sáng chế. Mục đích duy nhất của nó là thể hiện một số khái niệm về đối tượng của sáng chế dưới dạng giản lược để mở đầu cho phần mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Những khía cạnh, những dấu hiệu và những ưu điểm này và những khía cạnh, những dấu hiệu và những ưu điểm khác của sáng chế sẽ được mô tả hoặc được làm rõ trong phần mô tả chi tiết các phương án ưu tiên sau đây, dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối giản lược của hệ thống truyền thông số tổng quát áp dụng được cho kênh phát sóng số theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của mạng không dây được nêu làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của nguồn phát được nêu làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ thu dữ liệu được nêu làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ phát dữ liệu được nêu làm ví dụ khác theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá được nêu làm ví dụ mà được sử dụng trong bộ phát dữ liệu theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá được nêu làm ví dụ khác mà được sử dụng trong bộ phát dữ liệu theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ chùm điểm vuông 16-QAM có áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ chùm điểm không vuông 16-QAM có áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ chùm điểm không vuông 64-QAM có áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ chùm điểm không vuông 64-QAM có áp dụng các kỹ thuật PAPR cải tiến theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.12 là hình vẽ thể hiện sơ đồ áp dụng mặt nạ mở rộng cho một điểm của chùm điểm đối với các trường hợp tín hiệu vào khác nhau của khối chiếu theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ thể hiện đồ thị hiệu suất của các kỹ thuật PAPR đối với chùm điểm không vuông 16-QAM theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.14 là hình vẽ thể hiện đồ thị hiệu suất của các kỹ thuật PAPR đối với chùm điểm không vuông 64-QAM theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.15 là hình vẽ thể hiện đồ thị hiệu suất của các kỹ thuật PAPR đối với chùm điểm không vuông 256-QAM theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của tiến trình ví dụ để giảm PAPR trong tín hiệu theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.17 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá được nêu làm ví dụ khác mà được sử dụng trong bộ phát dữ liệu theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.18A và Fig.18B là các hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 16-QAM có các tốc độ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế;

Fig.19A và Fig.19B là các hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 64-QAM có các tốc độ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế; và

Fig.20 là hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 256-QAM có các tỷ lệ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế.

Cần hiểu rằng (các) hình vẽ này là nhằm mục đích thể hiện những khái niệm của sáng chế chứ không nhất thiết là phương tiện khả thi duy nhất để thể hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án ưu tiên

Cần hiểu rằng các phần tử được thể hiện trên các hình vẽ là có thể được thực hiện dưới nhiều dạng phần cứng, phần mềm khác nhau, hoặc tổ hợp của chúng. Tốt hơn nếu các phần tử này được thực hiện trong tổ hợp của phần cứng và phần mềm trên một hoặc nhiều thiết bị thông dụng được lập trình thích hợp, mà có thể bao gồm bộ xử lý, bộ nhớ và các giao diện vào/ra. Ở đây, cụm từ "được ghép nối" được xác định có nghĩa là được nối trực tiếp với hoặc được nối gián tiếp với qua một hoặc nhiều thành phần trung gian. Các thành phần trung gian đó có thể bao gồm cả các thành phần phần cứng lẫn các thành phần phần mềm.

Phần mô tả này thể hiện các nguyên lý của sáng chế. Do đó, những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể tạo ra những phương án khác nhau mà thực hiện các nguyên lý của sáng chế và nằm trong phạm vi của sáng chế, cho dù không được mô tả hoặc thể hiện một cách tường minh ở đây.

Tất cả những ví dụ và ngôn ngữ điều kiện được sử dụng ở đây là nhằm các mục đích giáo dục để giúp người đọc hiểu về các nguyên lý của sáng chế và các khái niệm mà tác giả sáng chế đóng góp vào việc đẩy mạnh lĩnh vực kỹ thuật này, và không bị giới hạn ở các ví dụ và các điều kiện được nêu cụ thể này.

Ngoài ra, tất cả những câu ở đây mà nêu các nguyên lý, các khía cạnh, và các phương án của sáng chế, cũng như các ví dụ cụ thể của chúng, là nhằm bao trùm cả các phương án tương đương về mặt cấu trúc lẫn các phương án tương đương về mặt chức năng của chúng. Ngoài ra, những phương án tương đương đó nhằm bao gồm cả các phương án tương đương đã biết hiện tại lẫn các phương án tương đương được phát triển trong tương lai, tức là, bất kỳ phần tử nào mà được phát triển để thực hiện cùng chức năng, không phụ thuộc vào cấu trúc.

Do đó, ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng các sơ đồ khối ở đây thể hiện những hình vẽ khái niệm về hệ mạch minh họa mà thực hiện các nguyên lý của sáng chế. Tương tự, cần hiểu rằng các lưu đồ, các sơ đồ chuyển tiếp trạng thái, mã giả, v.v., bất kỳ, là biểu thị các tiến trình khác nhau mà về căn bản được biểu diễn trong phương tiện đọc được bằng máy tính và được thực hiện bởi máy tính hoặc bộ xử lý, cho dù máy tính hoặc bộ xử lý đó có được thể hiện một cách tường minh hay không.

Các chức năng của các phần tử khác nhau mà được thể hiện trên các hình vẽ là có thể được thực hiện nhờ sử dụng phần cứng riêng cũng như phần cứng mà có khả năng thực thi phần mềm cùng với phần mềm phù hợp. Khi được thực hiện bởi bộ xử lý, thì các chức năng này có thể được thực hiện bởi bộ xử lý riêng đơn lẻ, bộ xử lý dùng chung đơn lẻ, hoặc nhiều bộ xử lý riêng lẻ, một số trong số đó có thể được dùng chung. Ngoài ra, việc sử dụng thuật ngữ “bộ xử lý” hoặc “bộ điều khiển” một cách tường minh không có nghĩa là chỉ đề cập đến phần cứng mà có khả năng thực thi phần mềm, và có thể bao gồm, một cách không tường minh và không chỉ giới hạn ở, phần cứng là bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP), bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory - ROM) để chứa phần mềm, bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (Random Access Memory - RAM), và bộ lưu trữ bất biến.

Các phần cứng khác, dù là phần cứng thông thường và/hoặc phần cứng tùy chỉnh, cũng có thể được sử dụng. Tương tự, các chuyển mạch bất kỳ mà được thể hiện trên các hình vẽ cũng chỉ mang tính khái niệm. Chức năng của chúng có thể được thực

hiện thông qua sự hoạt động của chương trình logic, mạch logic dành riêng, sự tương tác của chương trình điều khiển và mạch logic dành riêng, hay thậm chí là bằng cách thủ công, trong đó kỹ thuật cụ thể mà nhà thực hiện có thể chọn là được xác định cụ thể hơn dựa vào ngữ cảnh.

Trong các điểm yêu cầu bảo hộ ở đây, phần tử bất kỳ, mà được biểu diễn dưới dạng phương tiện để thực hiện chức năng được quy định, là nhằm bao trùm cách thức bất kỳ để thực hiện chức năng đó, bao gồm, ví dụ, a) tổ hợp của các phần tử mạch để thực hiện chức năng đó hoặc b) phần mềm ở dạng bất kỳ, từ đó bao gồm phần sụn, vi mã, v.v., mà được kết hợp với hệ mạch phù hợp để thực thi phần mềm đó để thực hiện chức năng đó. Bản chất của sáng chế, như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ đó, là việc các chức năng, mà được cung cấp bởi các phương tiện khác nhau được nêu, là được kết hợp cùng nhau theo cách mà các điểm yêu cầu bảo hộ này yêu cầu. Do đó, phương tiện bất kỳ mà có thể cung cấp các chức năng đó thì cũng đều được coi là phương án tương đương của các phương tiện được thể hiện ở đây.

Được mô tả ở đây là các cơ chế để mã hoá luồng dữ liệu vào vào chùm điểm gồm các ký hiệu để giảm PAPR cho tín hiệu và ngoài ra xử lý các ký hiệu đó ở bộ thu để giảm hoặc bù cho việc giảm PAPR trong tín hiệu nhận được. Các cơ chế này bao gồm bước ánh xạ luồng dữ liệu vào vào một tập hợp ký hiệu, áp dụng phép chiếu mở rộng chùm điểm trong chùm điểm cho ít nhất một ký hiệu, và điều chế các ký hiệu đã được xử lý để tạo ra tín hiệu được truyền, trong đó tiến trình xử lý này áp dụng phép chiếu mở rộng chùm điểm cho ít nhất một ký hiệu này trong vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai đối với vùng tạo góc hướng ra ngoài này. Giá trị của góc này được xác định thông qua tổ hợp bước xác định kiểu của chùm điểm mà sẽ được sử dụng cũng như tỷ lệ mã hoá tín hiệu mà được sử dụng cho luồng dữ liệu này. Nói cách khác, góc này là phụ thuộc vào việc lựa chọn, hay dựa trên, chùm điểm ký hiệu mà được dùng như một phần của quá trình truyền tín hiệu. Ngoài ra, góc này được xác định bằng cách điều chỉnh góc này dựa trên lượng mã hoá sửa lỗi chuyển tiếp (Forward Error Correction - FEC) mà được áp dụng cho tín hiệu. Góc mà được xác định và được

sử dụng theo cách này là tối ưu hơn để giảm PAPR như được mô tả dưới đây. Kết quả là, giá trị góc mà được dùng để tạo thành, hay xác định giới hạn, vùng tạo góc hướng ra ngoài như một phần của quá trình giảm PAPR bằng cách chủ động mở rộng chùm điểm, là biến thiên tùy theo việc lựa chọn chùm điểm ký hiệu cũng như tỷ lệ mã FEC cho luồng dữ liệu trong tín hiệu.

Các nguyên lý của sáng chế cho phép giảm PAPR khi truyền dữ liệu trên kênh không dây trong khi giảm được độ phức tạp ở các bộ mã hoá vì tiến trình mã hoá không bị lặp. Việc giảm độ phức tạp cũng là yếu tố quan trọng trong tiến trình giải mã, đặc biệt là khi được sử dụng trong bộ giải mã lưới MIMO khi số lượng chiều trở nên lớn. Các nguyên lý này có thể được áp dụng cho nhiều hệ thống mà dựa trên nguyên lý truyền đa sóng mang. Các nguyên lý này có thể còn tương thích với nhiều phương pháp giải mã, bao gồm phương pháp giải mã ML (Maximum Likelihood - hợp lý cực đại) hoặc giải mã phi ML. Các nguyên lý này có hiệu quả nhất khi được áp dụng cho các chùm điểm không vuông dành cho tín hiệu được truyền. Các nguyên lý này cũng có thể có hiệu quả khi được áp dụng cho các chùm điểm không đều dành cho tín hiệu được truyền. Ngoài ra, các nguyên lý này phù hợp với việc giải mã dữ liệu được truyền qua kênh đơn đầu vào đơn đầu ra (Single Input Single Output - SISO), đa đầu vào đơn đầu ra (Multiple Input Single Output - MISO), hoặc đa đầu vào đa đầu ra (Multiple Input Multiple Output - MIMO). Ngoài ra, mặc dù những nguyên lý này được mô tả cho các chùm điểm có 16, 64, hoặc 256 điểm, nhưng những nguyên lý này cũng có thể được áp dụng cho các chùm điểm có số lượng điểm ít hơn hoặc nhiều hơn, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các chùm điểm có 1024 hoặc 4096 điểm.

Ở các phương án được mô tả ở đây, thì các phân tử nhất định trên các hình vẽ mà đã được biết rõ thì sẽ không được mô tả chi tiết. Ví dụ, ngoài khái niệm theo sáng chế ra, thì các khái niệm về PAPR và những kỹ thuật giảm PAPR là được coi như đã biết và không được mô tả chi tiết ở đây. Ngoài ra, hệ thống phát sóng truyền hình số mặt đất thế hệ thứ hai DVB-T2 cũng được coi như đã biết và không được mô tả ở đây. Về mặt này, các tiêu chuẩn và những thông lệ được khuyến nghị gồm chỉ tiêu kỹ thuật (Engineering Norm - EN) 302 755 của viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu (European

Telecommunications Standards Institute - ETSI) và tiêu chuẩn kỹ thuật (Technical Standard - TS) 102 832 của ETSI là được coi như đã biết và không được mô tả ở đây. Ngoài ra, hệ thống phát sóng truyền hình số mặt đất của Mỹ, được gọi là ATSC, cũng được coi như đã biết và không được mô tả ở đây. Về mặt này, các tiêu chuẩn và những thông lệ được khuyến nghị là các tiêu chuẩn ATSC A/53, A/153 và A/54 là được coi như đã biết. Ngoài ra, các hệ thống khác mà có thể sử dụng các kỹ thuật OFDM, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các mạng dữ liệu không dây hoặc các mạng điện thoại và các mạng dùng dây sử dụng phương tiện vật lý là cáp đồng hoặc cáp quang, cũng được coi như đã biết. Cũng cần lưu ý rằng sáng chế có thể được thực hiện nhờ sử dụng những kỹ thuật lập trình thông thường, mà sẽ không được mô tả ở đây.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối giản lược của hệ thống 100 là hệ thống truyền thông số tổng quát mà áp dụng được cho kênh phát sóng số. Hệ thống 100 này được thể hiện là độc lập với hệ thống điều chế và kiến trúc hệ thống. Toàn bộ hoặc một phần của hệ thống 100 có thể được dùng làm một phần của hệ thống DVB-T2 hoặc ATSC, hoặc hệ thống phát sóng số tương tự bất kỳ khác, ví dụ, hệ thống phát sóng số mặt đất bao gồm bộ phát tín hiệu phát sóng số mặt đất và bộ thu tín hiệu số mặt đất.

Hệ thống 100 bao gồm bộ phát 110 được nối với bộ thu 120. Bộ phát 110 bao gồm các thành phần sau đây:

- nguồn 111 để chứa và/hoặc cung cấp audio, video, báo hiệu hoặc dữ liệu điều khiển và dữ liệu phụ trợ khác (ví dụ, dữ liệu hướng dẫn chương trình);
- bộ mã hoá nguồn 112, được nối với nguồn 111, bao gồm các bộ mã hoá audio và video để nén dữ liệu audio và video;
- bộ mã hoá kênh 113, được nối với bộ mã hoá nguồn 112, bao gồm ít nhất một số trong số các chức năng là ngẫu nhiên hoá, đan xen, mã hoá kênh và ánh xạ khung để xử lý dữ liệu nén, dữ liệu báo hiệu và dữ liệu số phụ trợ, để tạo ra khả năng chống nhiễu và để tăng thêm các mức độ của chức năng mã hoá sửa lỗi;
- bộ điều chế 114, được nối với bộ mã hoá kênh 113, để chuyển đổi dữ liệu số đã được xử lý thành các ký hiệu điều chế, mà có thể là, ví dụ, VSB (ATSC) hoặc OFDM (DVB-T2). Ngoài ra, nó bao gồm chức năng lọc và chuyển đổi số - tương tự (Digital-to-Analog - D/A); và

- ăng ten 115, được nối với bộ điều chế 114, và bao gồm các chức năng để chuyển đổi tăng, khuếch đại RF (Radio Frequency - tần số vô tuyến) và phát sóng qua không gian.

Ăng ten 115 ở bộ phát 110 bức xạ tín hiệu phát sóng mà thiết bị nhận 120 nhận được.

Tại bộ thu 120, các chức năng đảo ngược của bộ phát 110 được thực hiện, bao gồm các thành phần sau đây:

- ăng ten/bộ dò sóng 125, mà bao gồm các chức năng là nhận qua không gian, chuyển đổi giảm RF và dò sóng;

- bộ giải điều chế 124, được nối với ăng ten/bộ dò sóng 125, để khôi phục dữ liệu số từ các ký hiệu điều chế, và bao gồm các chức năng là chuyển đổi tương tự - số (Analog-to-Digital - D/A), điều chỉnh độ lợi, khôi phục định thời sóng mang và ký hiệu, cân bằng và dò sự đồng bộ mào đầu;

- bộ giải mã kênh 123, được nối với bộ giải điều chế 124, để khôi phục dữ liệu nén và dữ liệu phụ trợ bằng cách thực hiện các chức năng đảo ngược của bộ mã hoá kênh, bao gồm các hoạt động giải mã sửa lỗi, giải đan xen và giải ngẫu nhiên;

- bộ giải mã nguồn 122, được nối với bộ giải mã kênh 123, để giải nén dữ liệu audio và video, bao gồm các bộ giải mã video và audio; và

- thiết bị hiển thị 121, được nối với bộ giải mã nguồn 122, để xem audio/video.

Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực sẽ hiểu rằng bộ mã hoá nguồn 112 và bộ mã hoá kênh 113, mặc dù là phổ biến trong các hệ thống truyền thông nói chung, không phải là thiết yếu đối với hệ thống theo sáng chế. Tương tự, tùy theo bộ phát, mà bộ giải mã nguồn 122 và bộ giải mã kênh 123, mặc dù là phổ biến trong các hệ thống truyền thông nói chung, không phải là thiết yếu đối với hệ thống theo sáng chế. Ngoài ra, bộ phát 110 và bộ thu 120 có thể không cần đến ăng ten, nếu hệ thống truyền không phải là kiểu qua không gian (ví dụ, qua cáp). Ngoài ra, một số bộ thu có thể không có thiết bị hiển thị 121. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng vài thành phần và kết nối cần thiết để vận hành bộ phát 110 và bộ thu 120 là không được thể hiện trên hình vẽ để cho súc tích, vì các thành phần không được thể hiện đó đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ. Những bộ thu được nêu làm ví dụ bao gồm, nhưng không

chỉ giới hạn ở, ti vi, hộp thu tín hiệu truyền hình, máy tính, công nổi, điện thoại di động, thiết bị đầu cuối di động, máy thu radio trên xe ô tô, và máy tính bảng.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của mạng không dây 200 được nêu làm ví dụ. Mạng không dây 200 bao gồm mạng truyền thông hai chiều giữa các thiết bị trong mạng, và được thể hiện dưới dạng độc lập với hệ thống điều chế và kiến trúc hệ thống. Hệ thống không dây 100 có thể sử dụng các phần tử tương tự như các phần tử đã được mô tả ở bộ phát 110 và bộ thu 120 trên Fig.1. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng vài thành phần và kết nối cần thiết để vận hành mạng không dây này là không được thể hiện trên hình vẽ để cho súc tích, vì các thành phần không được thể hiện đó đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ.

Mạng không dây 200 bao gồm các trạm thu phát 210, 220, và 230. Mỗi trạm 210, 220, và 230 đều bao gồm bộ phát và bộ thu sử dụng hệ thống ăng ten MIMO. Kỹ thuật MIMO sử dụng nhiều ăng ten trong liên kết truyền thông để nhận và truyền tín hiệu. Mỗi trạm cũng có thể sử dụng nhiều mạch phát và mạch thu mà được liên kết với các ăng ten này. Mạch phát và mạch thu MIMO được nêu làm ví dụ sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Trạm 230 truyền thông bằng kỹ thuật MIMO với các trạm 210 và 220 thông qua liên kết không dây.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ phát dữ liệu 300 được nêu làm ví dụ mà có khả năng gửi dữ liệu theo những nguyên lý của sáng chế. Bộ phát dữ liệu 300 có thể được thực hiện dưới dạng một phần của các trạm 210, 220, và 230 để truyền thông bằng những kỹ thuật MIMO đã mô tả trên Fig.2. Ngoài ra, các phần của bộ phát dữ liệu 300 có thể được kết hợp vào bộ phát 110 đã mô tả trên Fig.1. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng vài thành phần và kết nối cần thiết để vận hành bộ phát 300 là không được thể hiện trên hình vẽ để cho súc tích, vì các thành phần không được thể hiện đó đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ.

Bộ phát dữ liệu 300 bao gồm những thành phần sau đây:

- bộ điều chế 310 để nhận luồng dữ liệu vào;
- bộ tiền mã hoá 320 được ghép nối với bộ điều chế 310;
- bộ mã hoá mã khối không gian thời gian (Space Time Block Code - STBC)/mã khối không gian tần số (Space Frequency Block Code - SFBC) 330 được ghép nối với bộ tiền mã hoá 320;
- các bộ điều chế OFDM 340 và 350, mỗi trong số đó đều được ghép nối với bộ mã hoá STBC/SFBC 330; và
- các ăng ten 360 và 370, mỗi trong số đó được liên kết và được ghép nối lần lượt với bộ điều chế OFDM 340 và 350.

Cần lưu ý rằng theo phương án này, các ăng ten 360 và 370 được coi là bao gồm hệ mạch RF (Radio Frequency - tần số vô tuyến), chẳng hạn mạch chuyển vị tần số, mạch khuếch đại và lọc công suất. Sẽ có lợi nếu các ăng ten 360 và 370 bao gồm HPA được tuyến tính hoá mà được thiết kế để giảm méo cho tín hiệu được truyền. Các phương án khác có thể bao gồm hệ mạch RF tách biệt với các ăng ten. Ngoài ra, bộ phát dữ liệu 300 chỉ thể hiện hai bộ điều chế OFDM và hai ăng ten, tuy nhiên, các phương án khác có thể bao gồm nhiều hơn hai thành phần này, và các phương án khác nữa, chẳng hạn các phương án được dự định cho hoạt động đơn đầu vào đơn đầu ra (Single Input Single Output - SISO), có thể bao gồm chỉ một thành phần này.

Bộ phát dữ liệu 300 nhận tín hiệu nhị phân như một phần của luồng dữ liệu. Tín hiệu nhị phân này được điều chế số bởi bộ điều chế 310 bằng định dạng điều chế thứ nhất (ví dụ, 16QAM hoặc 64QAM). Bộ điều chế 310 tạo ra các nhóm ký hiệu QAM phức. Số lượng ký hiệu QAM phức trong mỗi nhóm có thể, ví dụ, bằng 1024 và bằng tích của tỷ lệ STBC/SFBC với số lượng ăng ten phát, được xác định là N_{tx} (ví dụ, hai), và với số lượng sóng mang con. Theo một phương án, tỷ lệ mã hoá là bằng một, N_{tx} bằng hai và số lượng sóng mang con là bằng 512.

Mỗi nhóm ký hiệu QAM phức có thể được tiền mã hoá theo những nguyên lý của sáng chế. Theo một phương án, bước tiền mã hoá có thể còn bao gồm bước thực hiện phép biến đổi đối với nhóm ký hiệu QAM, dưới dạng luồng dữ liệu, để chuyển đổi nhóm ký hiệu QAM thành tín hiệu miền biến đổi hoặc tín hiệu miền thời gian. Biên độ của tín hiệu miền biến đổi này bị giới hạn để tạo ra tín hiệu biến đổi được xén. Phép biến đổi ngược được thực hiện đối với tín hiệu biến đổi được xén này để thành lại tín hiệu miền biến đổi ngược hoặc tín hiệu miền tần số. Các giá trị hoặc các mức tín hiệu đối với luồng dữ liệu gốc, hoặc nhóm ký hiệu QAM, được trừ đi từ các giá trị hoặc các mức tín hiệu đối với luồng dữ liệu thu được từ tín hiệu biến đổi ngược, để tạo ra tín hiệu dư. Mức tín hiệu của tín hiệu dư này được điều chỉnh, hoặc được nhân với hệ số định trước (ví dụ, giá trị độ lợi K) để tạo ra tín hiệu dư đã điều chỉnh. Các giá trị hoặc các mức tín hiệu này đối với luồng dữ liệu gốc, hoặc nhóm ký hiệu QAM, được cộng vào các giá trị hoặc các mức tín hiệu đối với tín hiệu dư đã điều chỉnh, để tạo ra tín hiệu sai số. Tín hiệu sai số này được sử dụng như một phần của phép ánh xạ chiếu chùm điểm đối với nhóm ký hiệu QAM gốc. Các phương án khác mà sử dụng những kỹ thuật tiền mã hoá khác có thể được sử dụng thay cho những kỹ thuật được mô tả ở đây. Những kỹ thuật tiền mã hoá sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Sau bước tiền mã hoá, mỗi nhóm ký hiệu đã được mã hoá sẽ tiếp tục được bộ mã hoá STBC/SFBC 330 mã hoá để tạo ra từ mã STBC/SFBC. Từ mã STBC/SFBC này có thể thuộc một trong số vài cấu trúc từ mã đã biết. Từ mã STBC/SFBC này hướng dựa trên ma trận phức có chiều $N_x * N$ trong đó N là chiều thời gian của STBC/SFBC. Theo một phương án, một tập hợp từ mã được gọi là mã Golden có thể được sử dụng.

Tại đầu ra của bộ mã hoá STBC/SFBC 330, tín hiệu sinh ra được ánh xạ bằng phép ánh xạ thời gian/tần số để cung cấp tín hiệu dành riêng cho mỗi trong số các bộ điều chế OFDM 340 và 350. Mỗi bộ điều chế 340 và 350 điều chế tín hiệu vào tương ứng vào tín hiệu đã điều chế OFDM mà được gửi trên các ăng ten 360 và 370 (có thể là sau khi lọc, chuyển vị tần số và khuếch đại, như thường được thực hiện với tín hiệu vô tuyến được truyền). Kết quả là, dữ liệu thông tin nhận được tại đầu vào của bộ phát dữ

liệu 300 được gửi trên kênh MIMO đến bộ thu ở thiết bị khác. Theo những nguyên lý này của sáng chế, dữ liệu có thể được gửi với PAPR được giảm nhờ các phương án được mô tả dưới đây.

Mặc dù Fig.3 mô tả quá trình điều chế bằng kỹ thuật QAM, nhưng những kỹ thuật điều chế khác cũng khả thi. Hoạt động điều chế đầu tiên trong bộ điều chế 310 có thể là hoạt động điều chế số bất kỳ, chẳng hạn nPSK (tức PSK với n giá trị pha) hoặc nQAM (tức QAM với n bằng 16, 32, 64, 256...) và có thể bao gồm các mẫu chùm điểm không vuông.

Fig.4 là hình vẽ sơ đồ khối của bộ thu dữ liệu 400 được nêu làm ví dụ mà có khả năng nhận dữ liệu theo những nguyên lý của sáng chế. Bộ thu dữ liệu 400 nhận tín hiệu được gửi từ bộ phát, chẳng hạn bộ phát dữ liệu 300, qua kênh không dây. Kênh này có nhiễu và bao gồm nhiễu Gauss trắng cộng tính (Additive White Gaussian Noise - AWGN) và có thể cả nhiễu khác, chẳng hạn nhiễu môi trường. Tín hiệu được gửi trên kênh này cũng có thể bị ảnh hưởng bởi hiệu ứng dãi đa đường và/hoặc hiệu ứng doppler. Bộ thu dữ liệu 400 có thể được thực hiện dưới dạng một phần của các trạm 210, 220, và 230 để truyền thông bằng những kỹ thuật MIMO đã mô tả trên Fig.2. Ngoài ra, các phần của bộ thu dữ liệu 400 có thể được kết hợp vào bộ thu 120 đã mô tả trên Fig.1. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng vài thành phần và kết nối cần thiết để vận hành bộ thu dữ liệu 400 là không được thể hiện trên hình vẽ để cho súc tích, vì các thành phần không được thể hiện đó đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ.

Bộ thu dữ liệu 400 này bao gồm những thành phần sau đây:

- các ăng ten 410 và 420 để nhận tín hiệu được truyền;
- các bộ giải điều chế OFDM 430 và 440 được liên kết và được ghép nối lần lượt với các ăng ten 410 và 420, và mỗi trong số các bộ giải điều chế này giải điều chế tín hiệu đã điều chế OFDM có nhiễu mà các ăng ten 410 và 420 nhận được;

- bộ giải ánh xạ thời gian/tần số 450 được ghép nối với cả bộ giải điều chế OFDM 430 lẫn bộ giải điều chế OFDM 440;
- bộ giải mã 460 được ghép nối với bộ giải ánh xạ thời gian/tần số 450; và
- bộ giải điều chế 470 được ghép nối với bộ giải mã 460 và cung cấp luồng dữ liệu gồm các bit thông tin để xử lý tiếp trong thiết bị.

Sự hoạt động của bộ thu dữ liệu 400 là nhằm nhận, giải điều chế, và giải mã tín hiệu được cung cấp từ bộ phát, chẳng hạn bộ phát dữ liệu 300 đã mô tả trên Fig.3, đặc biệt là đối với hoạt động điều chế và mã hoá mà được sử dụng như một phần của quá trình truyền tín hiệu. Bộ thu dữ liệu 400 bao gồm các ăng ten thu 410 và 420 để tín hiệu nhận được có thể được biểu diễn bằng ma trận cỡ hai nhân hai. Như một sự mở rộng đối với tập hợp ăng ten N_{rx} , tín hiệu nhận được có thể được biểu diễn bằng ma trận $N_{rx} \times N$ hoặc một cách tương đương là vectơ $\mathbf{R}$ $(N_{rx} \times N) \times 1$. N bằng, ví dụ, hai theo phương án này, và biểu thị khoảng thời gian và/hoặc khoảng tần số bị chiếm bởi STBC.

Hoạt động truyền giữa bộ tiền mã hoá 320 và bộ giải mã 460 có thể được dựng mô hình bởi phương trình sau đây:

$$\mathbf{R} = \underbrace{\begin{pmatrix} \mathbf{H}_1 & \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \mathbf{H}_2 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & \mathbf{0} \\ \mathbf{0} & \dots & \mathbf{0} & \mathbf{H}_N \end{pmatrix}}_{\mathbf{G}} \mathbf{CS} + \mathbf{v} = \mathbf{GS} + \mathbf{v} \quad (\text{phương trình 1})$$

Trong đó các tham số khác nhau là như sau:

- $\mathbf{R}$ là vectơ phức $(N_{rx} \times N) \times 1$ nhận được;
- $\mathbf{H}_i$ là ma trận kênh phức $N_{rx} \times N_{tx}$ tại khoảng cách thời gian/tần số i (tần số tương ứng với sóng mang khi điều chế đa sóng mang; theo phương án biến thể mà sử dụng kỹ thuật điều chế đơn sóng mang, thì khoảng cách i này tương ứng với một khoảng thời gian);

- $H = \text{diag}(H_1, \dots, H_N)$ là ma trận kênh khối đường chéo phức $(N*N_{rx})*(N*N_{tx})$ tại những khoảng cách thời gian/tần số từ 1 đến N ;
- C là ma trận mã hoá STBC/SFBC phức $(N_{tx}*N)*Q$ (ví dụ, $Q=4$ hoặc 8), trong đó Q là số lượng ký hiệu phức đầu vào trên mỗi từ mã STBC/SFBC;
- S là vectơ đầu vào phức $Q*1$ của các ký hiệu đã được điều chế mở rộng (sau bước tiền mã hoá). CS trong phương trình (1) biểu thị tín hiệu được mã hoá STB. Tiến trình mã hoá này được biểu diễn bằng những phép nhân ma trận phức;
- v là vectơ nhiễu Gauss trắng cộng tính (hay AWGN) phức $(N*N_{rx})*1$ với ma trận tự tương quan $R_v = \sigma^2 I_{N_{rx}}$, trong đó $I_{N_{rx}}$ là ma trận đơn vị có kích thước $(N*N_{rx})*(N*N_{rx})$ và σ^2 biểu thị phương sai của AWGN.

Theo một phương án biến thể, tiến trình mã hoá không gian/thời gian diễn ra với những đầu vào thực thay vì những đầu vào phức. Theo phương án biến thể này, ma trận C là ma trận thực với chiều là $(2N_{tx}*N)*(2Q)$.

Khi tạp âm và nhiễu cộng tính đối với tín hiệu nhận được không trắng, thì sẽ có lợi nếu có bộ lọc làm trắng được thực hiện đằng trước bộ giải mã 460. σ^2 biểu thị phương sai của nhiễu đã được làm trắng thu được.

Bộ giải ánh xạ thời gian/tần số 450 nhận các tín hiệu OFDM đã được giải điều chế từ các bộ giải điều chế OFDM 430 và 440 và thực hiện hoạt động ánh xạ ngược (tương ứng với sự hoạt động kép của bộ tiền mã hoá 330 trên Fig.3). Bộ giải ánh xạ thời gian/tần số 450 cung cấp tín hiệu đã được giải ánh xạ cho bộ giải mã 460.

Bộ giải mã 460 có thể là bộ giải mã bất kỳ được làm thích ứng để giải mã tín hiệu mà dựa trên kỹ thuật mã hoá chẳng hạn như kỹ thuật được thực hiện ở bộ phát MIMO, chẳng hạn bộ phát dữ liệu 300 đã mô tả trên Fig.3. Theo một phương án cụ thể, bộ giải mã 460 là bộ giải mã lưới và đặc biệt phù hợp để thực hiện hoạt động giải mã ML đối với tín hiệu được mã hoá STBC/SFBC.

Sẽ có lợi nếu bộ giải mã 460 được làm thích ứng để tính đến các đặc điểm và các thuộc tính cụ thể của bộ tiền mã hoá 330 trên Fig.3, và đặc biệt là điểm chiếu của các đặc điểm hoặc các thuộc tính đó qua sự thay đổi chùm điểm. Ví dụ, nếu tín hiệu mà được cung cấp cho các bộ điều chế OFDM 340 và 350 trên Fig.3 là tương ứng với tín hiệu có chùm điểm thứ nhất mà khác với chùm điểm thứ hai mà bộ điều chế 310 sử dụng, thì bộ giải mã 460 được làm thích ứng để giải mã tín hiệu nhận được tương ứng với chùm điểm thứ nhất.

Bộ giải mã 460 gửi tín hiệu đã được giải mã đến bộ giải điều chế 470. Bộ giải điều chế 470 giải điều chế tín hiệu đã được giải mã theo ánh xạ được liên kết với chùm điểm thứ hai và tạo ra tín hiệu đã được giải điều chế (ví dụ, loạt hoặc luồng bit). Nói cách khác, bộ giải điều chế 470 liên kết ký hiệu của chùm điểm thứ hai với tín hiệu đã được giải mã.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ phát dữ liệu 500 được nêu làm ví dụ khác mà có khả năng gửi dữ liệu theo những nguyên lý của sáng chế. Bộ phát dữ liệu 500 có thể bao gồm một số hoặc tất cả trong số các phần tử của bộ phát dữ liệu 300 trên Fig.3. Bộ phát dữ liệu 500 có thể còn được thực hiện dưới dạng một phần của các trạm 210, 220, và 230 để truyền thông bằng những kỹ thuật MIMO đã mô tả trên Fig.2. Ngoài ra, các phần của bộ phát dữ liệu 300 có thể được kết hợp vào bộ phát 110 đã mô tả trên Fig.1. Ngoài ra, cũng cần lưu ý rằng vài thành phần và kết nối cần thiết để vận hành bộ phát dữ liệu 500 là không được thể hiện trên hình vẽ để cho súc tích, vì các thành phần không được thể hiện đó đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ.

Bộ phát dữ liệu 500 bao gồm các phần tử sau đây mà được liên kết với nhau bằng buýt dữ liệu và buýt địa chỉ 560:

- bộ xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU) 510, mà là, ví dụ, bộ vi xử lý hoặc bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor - DSP);

- ROM 520 chứa những bộ phận bộ nhớ riêng lẻ 522-526;
 - RAM 530 chứa những bộ phận bộ nhớ riêng lẻ 532-538;
 - giao diện 540 để nhận dữ liệu từ ứng dụng hoặc nguồn trước khi truyền;
- và
- môđun truyền 550 để truyền dữ liệu dưới dạng tín hiệu ra trên kênh không dây, môđun truyền 550 này bao gồm hệ mạch RF và các ăng ten.

Những khía cạnh về mặt chức năng của các phần tử 510, 520, và 530 là đã được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực biết rõ và sẽ không được mô tả thêm ở đây. Những khía cạnh về mặt chức năng của các phần tử 540 và 550 là tương tự như đã được mô tả trên đây dựa vào Fig.1 hoặc Fig.3 và sẽ không được mô tả thêm ở đây.

Ở ROM 520 và RAM 530, những bộ phận bộ nhớ có thể tương ứng với vùng có dung lượng nhỏ (một số bit) hoặc vùng có dung lượng rất lớn (ví dụ, toàn bộ chương trình hoặc một lượng lớn dữ liệu nhận được hoặc dữ liệu giải mã được).

ROM 520 bao gồm các thành phần sau đây:

- bộ phận chương trình 522;
- bộ phận các thông số tiền mã hoá 524 (ví dụ, các thông số xén, các thông số lọc trước và các thông số triệt tiêu kênh); và
- bộ phận các thông số STBC/SFBC 526 (ví dụ, mã STBC/SFBC, số lượng ăng ten).

Thông tin về thuật toán, mã và/hoặc các lệnh phần mềm mà liên quan đến phương pháp mã hoá và truyền theo sáng chế là được lưu giữ ở ROM 520. Khi được khởi động thì CPU 510 nạp chương trình từ bộ phận 522 vào RAM 530 và thực thi các lệnh tương ứng.

RAM 530 bao gồm:

- bộ phận 532 bao gồm không gian bộ nhớ để chứa chương trình mà được thực thi bởi CPU 510 và được tải lên sau khi khởi động bộ phát dữ liệu 500;
- bộ phận 534 bao gồm không gian bộ nhớ để chứa dữ liệu vào;
- bộ phận 536 bao gồm không gian bộ nhớ để chứa dữ liệu được mã hoá trong tiến trình mã hoá; và
- bộ phận 538 bao gồm không gian bộ nhớ để chứa các biến số khác mà được sử dụng để mã hoá.

Theo một phương án, bộ phát dữ liệu 500 được thực hiện theo cấu hình phần cứng thuần túy ở một hoặc vài mảng cổng dấu phẩy động (Floating Point Gate Array - FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC) hoặc mạch tích hợp quy mô rất lớn (Very Large Scale Integration - VLSI) có bộ nhớ tương ứng. Theo phương án khác, bộ phát dữ liệu 500 được thực hiện bằng cả các mạch VLSI có bộ nhớ lẫn mã DSP.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá 600 được nêu làm ví dụ theo các khía cạnh của sáng chế. Bộ tiền mã hoá này hoạt động theo cách tương tự như bộ tiền mã hoá 320 trên Fig.3. Bộ tiền mã hoá 600 có thể còn được sử dụng như một phần của bộ phát sóng, chẳng hạn bộ phát 110 trên Fig.1.

Bộ tiền mã hoá 600 bao gồm các thành phần sau đây:

- khối IFFT 610 để nhận tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số từ mạch điều chế (ví dụ, bộ điều chế 310 trên Fig.3) và thực hiện phép FFT ngược đối với tín hiệu này;
- khối xén 620 được ghép nối với khối IFFT 610 để xén mức của tín hiệu dựa trên tín hiệu bổ sung được ký hiệu là Vclip mà được cấp vào khối xén 620;
- khối FFT 630 được ghép nối với khối xén để thực hiện phép FFT đối với tín hiệu sau khi xén ở khối xén;
- bộ trừ 640 được ghép nối với khối FFT 630 và còn nhận tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số làm đầu vào thứ hai, bộ trừ 640 này lấy tín hiệu được xén trừ đi tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số để tạo ra vector hiệu chỉnh;
- bộ nhân 650 được ghép nối với bộ trừ 640 để khuếch đại vector hiệu chỉnh lên một giá trị độ lợi bằng K dưới dạng đầu vào bộ nhân 650, để tạo ra vector hiệu chỉnh đã được điều chỉnh độ lợi, còn được gọi là vector sai số;
- bộ cộng 660 được ghép nối với bộ nhân 650 và còn nhận tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số dưới dạng đầu vào thứ hai, bộ cộng 660 này cộng tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số này vào vector sai số để tạo ra vector chiếu; và
- khối chiếu 670 được ghép nối với bộ cộng 660 và còn nhận tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số và dùng vector sai số từ bộ nhân 650 làm các đầu vào, khối chiếu 670 này tạo ra tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số được chiếu mới, còn được gọi là tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số có PAPR đã được giảm.

Bộ tiền mã hoá 600 hoạt động và xử lý tín hiệu được điều chế đa sóng mang miền tần số dưới dạng loạt ký hiệu. Một ký hiệu đa sóng mang trong miền tần số với

các giá trị QAM phức của mỗi sóng mang con được xử lý ở khối IFFT 610 để thu được biểu diễn tín hiệu miền thời gian của nó. Khối IFFT 610 có thể tính toán dạng biểu diễn mà đã được lấy mẫu dư đối với miền thời gian để làm tăng hiệu suất hoặc độ phân giải cho quá trình xử lý tiếp.

Dạng biểu diễn miền thời gian của ký hiệu này được xén ở khối xén 620. Hoạt động xén thường được gọi là giới hạn, và bao gồm hoạt động ngăn không cho mức, hoặc giá trị, của tín hiệu hoặc ký hiệu vượt quá giá trị cố định. Khối xén 620 dùng tín hiệu Vclip làm đầu vào cho giá trị cố định này. Theo một số phương án, tín hiệu Vclip có thể là hằng số và không thể điều chỉnh được, nhưng theo các phương án khác, tín hiệu Vclip là có thể điều chỉnh được và có thể được điều chỉnh động. Khối xén 620 có thể sử dụng hàm truyền đạt mà bao gồm hàm giới hạn mềm hoặc, theo cách khác, hàm nén trơn. Các hàm nén được nêu làm ví dụ có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, hàm tiếp tuyến hypebon, các hàm nén-giãn luật A hoặc luật μ , tương tự như các hàm được sử dụng trong các hệ thống điện thoại.

Ký hiệu được xén từ khối xén 620 được chuyển đổi ngược lại từ biểu diễn miền thời gian của ký hiệu sang biểu diễn miền tần số của ký hiệu nhờ khối FFT 630, tương tự như ký hiệu vào gốc. Ký hiệu đa sóng mang gốc đã được điều chế QAM đa sóng mang được so sánh với ký hiệu được xén nhờ sử dụng bộ trừ 640 để tạo ra vector hiệu chỉnh cho ký hiệu đó. Mặc dù không được thể hiện trên hình vẽ, nhưng có thể cần đến mạch đệm để đồng bộ ký hiệu đa sóng mang gốc với ký hiệu được xén tại đầu vào của bộ trừ 640.

Vector hiệu chỉnh cho ký hiệu đó được nhân với giá trị độ lợi cố định K ở bộ nhân 650. Vector đã được hiệu chỉnh độ lợi đối với ký hiệu đó được cộng ngược trở lại vào ký hiệu gốc để tạo ra vector chiếu cho ký hiệu đó. Lưu ý rằng vector hiệu chỉnh từ bộ trừ 640 biểu thị mức độ mà ký hiệu gốc đã được xén hoặc được giới hạn dưới dạng một giá trị. Vùng được xén này đối với ký hiệu đó được khuếch đại để làm rõ vùng xén ở bộ nhân 650 và được cộng ngược trở lại vào ký hiệu gốc ở bộ cộng 660, tạo ra sự chiếu chùm điểm phóng đại cho ký hiệu đó.

Dạng chiếu chùm điểm thu được đối với ký hiệu đó tiếp tục được xử lý ở khối chiếu 670 nhờ sử dụng mặt nạ chùm điểm mở rộng được phép kết hợp với vector sai số cho ký hiệu đó và dạng chiếu chùm điểm gốc đối với ký hiệu đó. Mỗi điểm của chùm điểm này có thể được liên kết với một mặt nạ mở rộng. Theo một phương án, chỉ có các điểm ngoài của chùm điểm là được liên kết với mặt nạ mở rộng. Mặt nạ mở rộng này biểu thị vùng mà trong đó một điểm trong chùm điểm có thể được chiếu mà không che khuất vị trí ký hiệu gốc của nó, và giá trị ký hiệu của nó, trong chùm điểm này. Trong một số trường hợp, mặt nạ mở rộng này có thể là đường thẳng. Trong các trường hợp khác, mặt nạ mở rộng này có thể là một vùng. Những phép chiếu điểm trong chùm điểm và các mặt nạ mở rộng sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Lưu ý rằng đối với các chùm điểm QAM vuông, thì các thành phần thực và ảo của các giá trị QAM phức, hoặc các vị trí ký hiệu, là có thể được xử lý một cách riêng rẽ như các giá trị vô hướng. Kết quả là, một mặt nạ mở rộng của chùm điểm QAM vuông sẽ là một đường thẳng hoặc loạt đường thẳng theo chiều trục x và/hoặc chiều trục y.

Tín hiệu OFDM miền thời gian đầu ra là thu được nhờ sử dụng bộ điều chế OFDM, chẳng hạn bộ điều chế 114 trên Fig.1 hoặc các bộ điều chế OFDM 340 và 350 trên Fig.3. Bộ điều chế OFDM này sử dụng các tín hiệu ra thực và ảo, biểu diễn tín hiệu miền tần số có PAPR đã được giảm, từ khối chiếu 670. Lưu ý rằng theo một số phương án, các tín hiệu ra thực và ảo có thể được kết hợp để tạo thành tín hiệu vector đơn.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá 700 được nêu làm ví dụ khác theo các khía cạnh của sáng chế. Bộ tiền mã hoá 700 này là nhằm để sử dụng trong bộ phát có sử dụng những kỹ thuật MIMO hoặc các mạch và các ăng ten phát điều chế, chẳng hạn bộ phát 300 trên Fig.3. Cụ thể là, bộ tiền mã hoá 700 hoạt động theo cách tương tự như bộ tiền mã hoá 320. Bộ tiền mã hoá 700 sẽ được mô tả dựa trên chiều MIMO là hai, sử dụng hai mạch điều chế.

Bộ tiền mã hoá 700 bao gồm các thành phần sau đây:

- bộ mã hoá STBC/SFBC 710 để nhận dữ liệu ký hiệu phức và cung cấp các ký hiệu phức được mã hoá, các ký hiệu này thường được sắp xếp trong các nhóm;
- các khối IFFT 720 và 725 để thực hiện phép FFT ngược đối với các ký hiệu phức được mã hoá này;
- các khối xén 730 và 735 được ghép nối lần lượt với các khối IFFT 720 và 725 để xén mức của tín hiệu dựa trên tín hiệu bổ sung hoặc mức ngưỡng được cấp vào các khối xén 730 và 735 này;
- các khối FFT 740 và 745 được ghép nối lần lượt với các khối xén 730 và 735 để thực hiện phép FFT đối với tín hiệu sau khi xén ở các khối xén 730 và 735;
- bộ giải mã STBC/SFBC 750 được ghép nối với cả khối FFT 740 lẫn khối FFT 745 để nhận các ký hiệu FFT phức và giải mã các ký hiệu này để tạo ra dữ liệu ký hiệu phức để xử lý;
- bộ trừ 760 để lấy đầu ra của bộ giải mã STBC/SFBC 750 trừ đi dữ liệu ký hiệu phức được cung cấp ban đầu;
- bộ nhân 770 để nhân kết quả của phép trừ của bộ trừ 760 với giá trị độ lợi định trước là K ;
- bộ cộng 780 để cộng kết quả của phép nhân của bộ nhân 770 vào dữ liệu ký hiệu phức được cung cấp ban đầu; và
- khối chiếu 790 để xử lý kết quả của phép cộng của bộ cộng 780 để tạo ra điểm chiếu trên chùm điểm và cung cấp kết quả của phép chiếu này để xử lý tiếp.

Trong quá trình hoạt động, tín hiệu vào, mà đã được điều chế hoặc được xử lý bằng kỹ thuật điều chế số (ví dụ, điều chế QAM) và được ánh xạ vào loạt ký hiệu, là được cung cấp cho bộ mã hoá STBC/SFBC 710. Những ký hiệu này có thể được bộ mã hoá STBC/SFBC 710 xếp nhóm và mã hoá để tạo thành từ mã STBC/SFBC theo cách tương tự như đã mô tả trên đây trên Fig.3. Các nhóm từ mã riêng lẻ được cung cấp cho các khối IFFT 720 và 725. Tín hiệu miền thời gian được thu thập trước hết ở các khối IFFT 720 và 725. Các khối IFFT 720 và 725 có thể tính toán phiên bản được lấy mẫu dư của tín hiệu miền thời gian để làm tăng hiệu suất (đặc biệt là để cải thiện việc cục bộ hoá đỉnh sau tiến trình xử lý IFFT và tránh sự tăng lại đỉnh trong quá trình chuyển đổi số/tương tự). Theo một phương án biến thể của sáng chế, không có phiên bản được lấy mẫu dư nào của tín hiệu miền thời gian là được tính toán.

Các tín hiệu miền thời gian từ các khối IFFT 720 và 725 được xén, hoặc được nén biên độ, ở các khối xén 730 và 735 dựa trên ngưỡng. Theo một phương án, các khối xén 730 và 735 có thể dùng ngưỡng cố định. Theo các phương án khác, ngưỡng này là có thể điều chỉnh được và có thể được điều chỉnh động. Tiến trình xử lý tiếp ở các khối FFT 740 và 745 sẽ đưa tín hiệu trở về miền tần số. Các khối FFT 740 và 745 hoạt động theo cách để đảo ngược tiến trình của các khối IFFT 720 và 725, bao gồm hoạt động lấy mẫu lại tín hiệu bất kỳ nếu cần. Hoạt động giải mã STBC/SFBC được áp dụng cho các tín hiệu đã được xén trong miền tần số từ mỗi trong số các khối FFT 740 và 745 ở bộ giải mã STBC/SFBC 750. Hoạt động giải mã ở bộ giải mã STBC/SFBC là nhằm đảo ngược tiến trình đã được thực hiện ở bộ mã hoá STBC/SFBC 710.

Ngoại trừ như được mô tả dưới đây, thì sự hoạt động của những khối còn lại trong bộ tiền mã hoá 700 là theo cách tương tự như bộ trừ 640, bộ nhân 650, bộ cộng 660, và khối chiếu 670 đã mô tả trên Fig.6 và sẽ không được mô tả chi tiết hơn ở đây.

Theo một số phương án có sử dụng bộ tiền mã hoá 600 hoặc bộ tiền mã hoá 700, thì một số phần của tín hiệu có thể không bị thay đổi bằng các kỹ thuật xử lý tiền mã hoá. Những phần này có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, các tín hiệu tham

chiều hoặc các tín hiệu hoa tiêu, chẳng hạn các tín hiệu hoa tiêu phân tán hoặc liên tục mà được dùng để ước lượng kênh. Đối với những phần này của tín hiệu, thì tín hiệu hiệu chỉnh có thể được đặt bằng 0. Hoạt động này có thể được thực hiện như một phần của bộ trừ (ví dụ, bộ trừ 640 hoặc bộ trừ 760). Hoạt động này cũng có thể được thực hiện như một phần của bộ nhân (ví dụ, bộ nhân 650 hoặc bộ nhân 770) bằng cách đặt cho giá trị độ lợi K bằng 0 đối với những phần này của tín hiệu. Hoạt động này có thể còn được thực hiện ở khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 hoặc khối chiếu 790) bằng cách ngăn chặn sự thay đổi vị trí điểm chiếu đối với (các) ký hiệu.

Theo một số phương án, các giá trị biến thiên và khác nhau của giá trị độ lợi có thể được áp dụng dưới dạng các giá trị riêng biệt Ki cho mỗi sóng mang, ký hiệu riêng lẻ, hoặc một phần của tín hiệu. Các giá trị cho Ki có thể được xác định dựa trên các giá trị được truyền. Theo cách khác, các giá trị cho Ki có thể được thu thập thông qua thuật toán tối ưu hoá số. Các giá trị Ki có thể phụ thuộc vào số lượng sóng mang, kiểu điều chế, sự xác định chùm điểm được mở rộng, mục tiêu PAPR, và/hoặc khả năng tăng công suất phát. Những giá trị khác nhau cho Ki có thể được tạo ra dựa trên số lượng sóng mang để làm cân bằng độ méo của công suất phổ do hoạt động xén. Ví dụ, một tín hiệu sử dụng 1705 sóng mang được điều chế với chùm điểm 64 QAM mà được mở rộng đến giá trị mở rộng chùm điểm là 81 để đạt được giá trị mong muốn của PAPR, thì có thể sử dụng giá trị Ki bằng 15 cho tất cả các phần của tín hiệu này. Sẽ có lợi nếu các giá trị Ki nằm trong khoảng từ 10 đến 25 có thể được sử dụng, tùy theo lượng tăng công suất được phép và PAPR mong muốn.

Theo một phương án có sử dụng bộ tiền mã hoá 600 hoặc bộ tiền mã hoá 700, thì giá trị khác không của Ki được áp dụng cho tất cả các ký hiệu được liên kết với các sóng mang được điều chế. Các ký hiệu bất kỳ mà được liên kết với các sóng mang mà là các sóng mang không được điều chế (tức các sóng mang không được dùng để truyền dữ liệu) thì được xoá về 0 sau tiến trình tiền mã hoá. Theo một phương án biến thể, tất cả hoặc một số trong số các ký hiệu mà được liên kết với các sóng mang không được điều chế là được nhân với giá trị khác không của Ki ở bộ nhân (ví dụ, bộ nhân 650 hoặc

bộ nhân 770) và không bị thay đổi bởi khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 hoặc khối chiếu 790).

Như đã mô tả trên đây, các kỹ thuật PAPR nêu trên, mà sử dụng bộ tiền mã hoá tương tự như đã mô tả ở đây trên Fig.6 hoặc Fig.7, là được tạo cấu hình để xử lý các ký hiệu mà sử dụng chùm điểm vuông, chẳng hạn chùm điểm vuông 16-QAM. Fig.8 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 800 đối với chùm điểm vuông 16-QAM. Chùm điểm này được chiếu với các điểm ký hiệu được định hướng theo trục thực 810 (Re) và trục ảo 820 (Im).

Chỉ có các điểm biên của chùm điểm này, tức các điểm 830-841, là được thể hiện là được mở rộng bằng các kỹ thuật PAPR, chẳng hạn như các kỹ thuật đã mô tả đối với bộ tiền mã hoá 600 trên Fig.6 và bộ tiền mã hoá 700 trên Fig.7. Ngoài ra, bốn điểm góc, tức các điểm 830, 833, 836, và 839, lần lượt có thể được mở rộng đến bất kỳ chỗ nào trong các vùng được gạch bóng 860-863. Lưu ý rằng các vùng được gạch bóng 860-863 là có hình vuông hoặc hình chữ nhật và có thể được chiếu nhờ sử dụng các giá trị vô hướng đơn giản lên trục thực hoặc trục ảo. Các điểm biên, 831-832, 834-835, 837-838, và 840-841 còn lại chỉ có thể được mở rộng theo các đoạn thẳng 870-877, bắt đầu tại điểm đó và kéo dài dọc theo chiều thực hoặc ảo ra ngoài chùm điểm. Nếu xuất hiện điểm chiếu bất kỳ khác cho các điểm biên này thì có thể xảy ra lỗi giải mã do sự giải mã ký hiệu sai. Vùng chiếu mở rộng này cũng bị giới hạn bởi giới hạn trên. Giới hạn trên này có thể được xác định bởi các thông số của thiết bị truyền tín hiệu (ví dụ, các đặc tả hiệu suất đối với hệ mạch trong ăng ten 125 trên Fig.1 hoặc mạch trong các ăng ten 360 và 370 trên Fig.3). Phép chiếu mở rộng này, như được thể hiện ở đây trên Fig.7, cũng như những phép mở rộng được thể hiện dưới đây, còn có thể được gọi là phép mở rộng chùm điểm rời rạc.

Bốn điểm đẳng trọng, 850-853, là được thể hiện dưới dạng không bị ảnh hưởng hay không bị chiếu lại bởi các kỹ thuật PAPR.

Kỹ thuật mà được áp dụng trên Fig.8 và được thực hiện trên sơ đồ 800 như một phần của bộ tiền mã hoá 600 hoặc bộ tiền mã hoá 700 thường được gọi là "chủ động mở rộng chùm điểm" (Active Constellation Extension - ACE) và đã được sử dụng trong tiêu chuẩn DVB-T2 là EN 302 755. Kỹ thuật này được sử dụng với các sóng mang được điều chế QAM nhờ sử dụng các mẫu chùm điểm vuông bởi vì các điểm biên của chùm điểm QAM vuông được mở rộng theo chiều trục thực hoặc chiều trục ảo.

Những kỹ thuật chiếu và mở rộng chùm điểm bằng các phép chiếu vô hướng, chẳng hạn như đã được thể hiện trên sơ đồ 800, là ít có hiệu quả khi được sử dụng với các chùm điểm không vuông. Fig.9 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 900 đối với chùm điểm không vuông 16-QAM với những kỹ thuật chiếu và mở rộng chùm điểm được áp dụng theo cách tương tự như sơ đồ 800. Chùm điểm này được chiếu với các điểm ký hiệu được định hướng theo trục thực 910 (Re) và trục ảo 920 (Im).

Sơ đồ 900 bao gồm các điểm đẳng ngoại thuộc chùm điểm 930-937 và các điểm đẳng trong 940-947. Cũng như trên sơ đồ 800, các điểm 940-947 trên sơ đồ 900 là không bị ảnh hưởng bởi những kỹ thuật chiếu mở rộng chùm điểm. Sơ đồ 900 bao gồm mặt nạ chiếu mở rộng được biểu diễn bằng các đường nét đứt. Vùng mở rộng bị giới hạn chỉ ở 8 đường thẳng, được thể hiện bằng các đường 970-977, đối với kiểu chùm điểm này. Do vị trí tương đối của các điểm thuộc chùm điểm 930-937, nên các vùng mở rộng này bị giảm so với các vùng hoặc mặt nạ đối với chùm điểm 16-QAM vuông. Không thể tạo ra sự thay đổi nào ở các vùng mở rộng trên sơ đồ 900 mà không gây ra những lỗi ký hiệu không cần thiết.

Những vấn đề với những kỹ thuật chiếu và mở rộng chùm điểm vô hướng càng rõ hơn với các chùm điểm bậc cao hơn. Fig.10 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 1000 đối với chùm điểm không vuông 64-QAM với những kỹ thuật chiếu và mở rộng chùm điểm được áp dụng theo cách tương tự như sơ đồ 800. Chùm điểm này được chiếu với các điểm ký hiệu được định hướng theo trục thực 1010 (Re) và trục ảo 1020 (Im).

Sơ đồ 1000 bao gồm các điểm đẳng ngoài thuộc chùm điểm 1030-1045. Cũng như trên sơ đồ 900, các điểm đẳng trong còn lại, ở đây không được đánh số chỉ dẫn, là không bị ảnh hưởng bởi những kỹ thuật chiếu mở rộng chùm điểm. Sơ đồ 1000 bao gồm mặt nạ chiếu mở rộng được biểu diễn bằng các đường nét đứt 1070-1085. Vùng được mở rộng này bị giới hạn chỉ ở 16 đường thẳng đối với chùm điểm này. Do vị trí tương đối của các điểm thuộc chùm điểm 1030-1045 nên các vùng mở rộng này bị giảm so với chùm điểm 64-QAM vuông và không thể được mở rộng mà không gây ra những lỗi ký hiệu không cần thiết.

Những kỹ thuật chiếu và mở rộng chùm điểm có thể được cải thiện để tạo ra mặt nạ mở rộng tối ưu hơn cho các chùm điểm không vuông, chẳng hạn như được thể hiện trên Fig.9 và Fig.10. Thay vì mở rộng các thành phần thực và ảo trong các tiến trình khác nhau, như đã mô tả trên Fig.6 và Fig.7, thì phép chiếu được thực hiện bằng cả các thành phần thực lẫn các thành phần ảo ở khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 hoặc khối chiếu 790) một cách đồng thời hoặc kết hợp với nhau. Khối chiếu được cải biến để sử dụng tín hiệu sai số vector thay vì tín hiệu sai số vô hướng (tức thực và ảo) để làm việc đồng thời trong hai chiều khi mở rộng vị trí của các giá trị chùm điểm phức. Sự cải biến này cho phép xác định mặt nạ mở rộng theo hai chiều, hoặc dưới dạng vector, để tăng các vùng được mở rộng của mỗi điểm biên của chùm điểm. Kết quả là, sự mở rộng sẽ theo hướng vector của các điểm thuộc chùm điểm có thể mở rộng được. Vùng được mở rộng này là tập hợp những cung tạo góc với đỉnh nằm tại điểm thuộc chùm điểm và góc bằng với góc chiếu giữa hai ký hiệu liền kề và điểm gốc của chùm điểm. Đối với phần lớn các chùm điểm không vuông, thì các đường biên của những cung tạo góc sẽ không trực giao nhau.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 1100 thể hiện những kỹ thuật mở rộng chùm điểm đối với chùm điểm không vuông 64-QAM theo những nguyên lý của sáng chế. Sơ đồ 1100 thể hiện điểm chiếu và mặt nạ chiếu mở rộng theo vài trường hợp và kỹ thuật chiếu nhờ sử dụng các phần tử đã mô tả trên đây dựa vào Fig.6 và Fig.7. Chùm điểm

này được chiếu với các điểm ký hiệu được định hướng theo trục thực 1110 (Re) và trục ảo 1120 (Im).

Sơ đồ 1100 bao gồm các điểm đẳng ngoài thuộc chùm điểm 1130-1145. Cũng như trên sơ đồ 1000, các điểm đẳng trong còn lại, ở đây không được đánh số chỉ dẫn, là không bị ảnh hưởng bởi những kỹ thuật chiếu mở rộng chùm điểm. Tập hợp các đường thẳng chiếu thứ nhất, được ký hiệu là 1150-1165, được thể hiện là chiếu ra từ gốc (tức giao điểm của trục 1110 và trục 1120) lần lượt đến mỗi điểm đẳng ngoài thuộc chùm điểm 1130-1145. Góc θ biểu thị khoảng cách góc giữa hai điểm đẳng ngoài bất kỳ thuộc chùm điểm của chùm điểm. Góc θ cũng biểu thị vùng cung tạo góc mà trong đó có thể mở rộng điểm đẳng ngoài bất kỳ thuộc chùm điểm mà không làm tăng xác suất lỗi ký hiệu đối với ký hiệu. Cung tạo góc này được thể hiện dưới dạng vùng được xác định bởi các đường nét đứt từ 1170a-1170b đến 1185a-1185b. Vùng được mở rộng của điểm biên thuộc chùm điểm được xác định bởi góc mở của cung tạo góc với đỉnh tại vị trí ban đầu của điểm thuộc chùm điểm đó.

Mặt nạ chiếu mở rộng, như được thể hiện trên sơ đồ 1100, có thể được tạo ra bằng cách xử lý tín hiệu sai số từ bộ nhân (ví dụ, bộ nhân 650 hoặc bộ nhân 770) cùng với tín hiệu được hiệu chỉnh từ bộ cộng (ví dụ, bộ cộng 660 hoặc bộ cộng 780). Bằng cách xử lý tín hiệu sai số này dưới dạng tín hiệu vectơ, thì vùng tạo góc có thể được tạo ra cho vùng mở rộng của vị trí của các điểm đẳng ngoài thuộc chùm điểm trong chùm điểm. Vùng tạo góc này còn được xác định ở khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 hoặc khối chiếu 790) dựa trên chùm điểm đang được sử dụng. Cần lưu ý rằng cung tạo góc của vùng mở rộng là được xác định bởi khoảng cách góc (ví dụ, góc θ trên sơ đồ 1100) giữa hai điểm đẳng ngoài liên kế bất kỳ thuộc chùm điểm (ví dụ, các điểm 1130-1145). Khoảng cách góc này, và kéo theo đó là cung tạo góc của vùng mở rộng, có thể là khác nhau đối với các chùm điểm khác nhau.

Lưu ý rằng khoảng cách góc giữa hai điểm đẳng ngoài liên kế thuộc chùm điểm, hay góc θ , biểu thị cung tạo góc tối đa cho mặt nạ mở rộng. Cung tạo góc mà nhỏ hơn cung tạo góc tối đa này cũng có thể được sử dụng với hiệu quả bị giảm.

Fig.12 là hình vẽ thể hiện sơ đồ 1200 khi áp dụng mặt nạ mở rộng cho một điểm của chùm điểm đối với các trường hợp tín hiệu vào khác nhau của khối chiếu theo các khía cạnh của sáng chế. Sơ đồ 1200 thể hiện điểm chiếu và mặt nạ chiếu mở rộng theo vài trường hợp chiếu dựa trên những kỹ thuật chiếu đã mô tả trên đây trên Fig.11 nhờ sử dụng các phần tử chẳng hạn như các phần tử đã mô tả trên đây dựa vào Fig.6 và Fig.7. Một điểm thuộc chùm điểm và vùng đi kèm được thể hiện là được định hướng theo trục x 1210 và trục y 1220 với điểm gốc 1225.

Vị trí ký hiệu ban đầu trong chùm điểm tại đầu vào của bộ tiền mã hoá được thể hiện dưới dạng điểm được đánh dấu là 1230. Mặt nạ mở rộng của điểm 1230 bị giới hạn bởi hai đường thẳng 1240 và 1245. Góc mở giữa hai đường 1240 và 1245 này là thông số đầu vào của khối chiếu. Góc mở tối đa là cố định đối với mỗi kiểu chùm điểm. Tuy nhiên, góc mở nhỏ hơn hoặc bằng góc mở tối đa này có thể được sử dụng. Ví dụ, cung tạo góc mà được giới hạn bởi các đường thẳng 1240 và 1245 là có thể dựa trên khoảng cách góc giữa điểm 1230 và điểm ký hiệu liền kề, không được thể hiện trên hình vẽ. Đường phân giác góc tạo bởi các đường 1240 và 1245 là đường 1250, được thể hiện dưới dạng đường chấm gạch, và đi qua tâm của chùm điểm là điểm 1225, và qua điểm 1230.

Tiến trình xử lý mà được thực hiện ở bộ tiền mã hoá (ví dụ, bộ tiền mã hoá 600 hoặc bộ tiền mã hoá 700) liên quan đến việc xén, trừ, và nhân tín hiệu, có thể làm thay đổi vị trí của ký hiệu thuộc chùm điểm (ví dụ, điểm 1230). Khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 hoặc khối chiếu 790) sẽ định vị lại ký hiệu này dựa trên những kỹ thuật theo sáng chế. Những trường hợp chiếu sau đây mà được thể hiện bằng các điểm trên sơ đồ 1200 sẽ tiếp tục được mô tả ở đây.

Trong trường hợp thứ nhất, điểm được ký hiệu là 1260 được tính đến. Điểm 1260 nằm bên trong cung hướng kính 1235 mà được hình thành từ tâm 1225 và đi qua điểm 1230. Kết quả là điểm 1260 được chiếu đến điểm gốc 1230 vì nó không thể được chiếu trong mặt nạ mở rộng.

Trong trường hợp thứ hai, điểm được ký hiệu là 1265 được tính đến. Điểm 1265 này nằm trên cung 1235. Kết quả là điểm 1265 cũng được chiếu đến điểm gốc 1230 vì nó không thể được chiếu trong mặt nạ mở rộng.

Trong trường hợp thứ ba, các điểm 1280 và 1285 được tính đến. Các điểm 1280 và 1285 đều nằm ngoài cung 1235 và sẽ cần được chiếu trong mặt nạ mở rộng. Điểm 1280 nằm ngoài mặt nạ mở rộng nhưng nó được chiếu lên cung 1270 mà có tâm 1225 và đi qua điểm 1280 cũng như điểm 1282. Điểm 1282 nằm trên đường thẳng 1240 mà là mép của cung tạo góc của mặt nạ mở rộng của điểm 1230. Kết quả là điểm 1280 được chiếu đến điểm 1282 để định vị lại điểm gốc 1280 trong mặt nạ mở rộng của điểm 1230. Tương tự, điểm 1285 được chiếu theo cung 1270 và đi qua điểm 1285 cũng như điểm 1287. Điểm 1287 nằm trên đường thẳng 1245 mà là mép của cung tạo góc của mặt nạ mở rộng của điểm 1230. Kết quả là điểm 1285 được chiếu đến điểm 1287 để định vị lại điểm gốc 1285 trong mặt nạ mở rộng của điểm 1230.

Trong trường hợp thứ tư, điểm được ký hiệu là 1290 được tính đến. Điểm 1290 nằm trong mặt nạ mở rộng của điểm 1230 mà được xác định bởi các đường mở rộng 1240 và 1245. Kết quả là vị trí của điểm 1290 không bị thay đổi hay bị chiếu lại.

Các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.15 là các hình vẽ thể hiện tập hợp các đồ thị 1300-1500 thể hiện sự so sánh hiệu suất mô phỏng cho những kỹ thuật giảm PAPR theo những nguyên lý của sáng chế. Mỗi trong số các kết quả hiệu suất được mô phỏng này được tạo ra nhờ sử dụng tín hiệu hoạt động trong hệ thống DVB-T2 vận hành trong chế độ 32K FFT trên kênh rộng 6MHz. Điều kiện hoạt động này biểu thị điều kiện trong trường hợp xấu nhất. Tín hiệu này không chứa các sóng mang hoa tiêu liên tục hoặc các sóng mang hoa tiêu phân tán.

Sự mô phỏng là dựa trên trường hợp thực hiện nhờ sử dụng bộ tiền mã hoá tương tự như bộ tiền mã hoá 600 đã được mô tả trên Fig.6. Cụ thể là, giá trị của V_{clip} mà được sử dụng ở khối xén 620 là có thể điều chỉnh được trong khoảng $[1,0; 3,5]$. Ngoài

ra, giá trị của K mà được sử dụng ở bộ nhân 650 là có thể điều chỉnh được trong khoảng $[1; 63]$. Đối với mỗi mô phỏng trên các hình vẽ từ Fig.13 đến Fig.15, thì các giá trị của V_{clip} và K được tối ưu để thu được kết quả giảm PAPR tốt nhất.

Đồ thị 1300 thể hiện PAPR với đơn vị là (dB) theo trục x 1310, liên quan đến hàm phân phối tích lũy bù (Complementary Cumulative Distribution Function - CCDF) dưới dạng xác suất mà ($power > PAPR$) theo trục y 1320. CCDF này biểu thị sự phân bố xác suất của PAPR theo PAPR đối với mỗi mẫu hoặc ký hiệu của tín hiệu. Đồ thị 1300 thể hiện các kết quả đối với chùm điểm không vuông 16 điểm, chẳng hạn chùm điểm được thể hiện trên Fig.9. Đường đồ thị 1330 biểu thị các kết quả khi không có hoạt động giảm PAPR nào được áp dụng cho tín hiệu. Đường đồ thị 1340 biểu thị các kết quả khi sử dụng các kỹ thuật DVB-T2 ACE tương tự như những kỹ thuật đã mô tả dựa vào Fig.8. Đường đồ thị 1350 biểu thị các kết quả khi sử dụng những kỹ thuật cải tiến theo sáng chế, được gọi là những kỹ thuật 2-D ACE, tương tự như những kỹ thuật được mô tả trên Fig.11.

Đồ thị 1400 thể hiện PAPR với đơn vị là (dB) theo trục x 1410, liên quan đến CCDF dưới dạng xác suất ($power > PAPR$) theo trục y 1420. Đồ thị 1400 thể hiện các kết quả đối với chùm điểm không vuông 64 điểm, chẳng hạn chùm điểm được thể hiện trên Fig.10. Đường đồ thị 1430 biểu thị các kết quả khi không có hoạt động giảm PAPR nào được áp dụng cho tín hiệu. Đường đồ thị 1440 biểu thị các kết quả khi sử dụng các kỹ thuật DVB-T2 ACE. Đường đồ thị 1450 biểu thị các kết quả khi sử dụng những kỹ thuật cải tiến theo sáng chế.

Đồ thị 1500 thể hiện PAPR với đơn vị là (dB) theo trục x 1510, liên quan đến CCDF dưới dạng xác suất ($power > PAPR$) theo trục y 1520. Đồ thị 1500 thể hiện các kết quả đối với chùm điểm không vuông 256 điểm. Đường đồ thị 1530 biểu thị các kết quả khi không có hoạt động giảm PAPR nào được áp dụng cho tín hiệu. Đường đồ thị 1540 biểu thị các kết quả khi sử dụng các kỹ thuật DVB-T2 ACE. Đường đồ thị 1550 biểu thị các kết quả khi sử dụng những kỹ thuật cải tiến theo sáng chế.

Những kết quả đối với các đồ thị trên các hình vẽ Fig.13-Fig.15 được tóm tắt trên Bảng 1.

Chùm điểm	Thuật toán	Vclip	K	Lượng giảm PAPR (dB)	Độ cải thiện nhờ sử dụng kỹ thuật 2-D ACE (dB)
không vuông 16 điểm	DVB-T2 ACE	2	25	4,1	
	2-D ACE	1,9	19	4,3	0,2
không vuông 64 điểm	DVB-T2 ACE	2,2	63	3,2	
	2-D ACE	2	36	4,1	0,9
không vuông 256 điểm	DVB-T2 ACE	2,4	63	1,5	
	2-D ACE	2,2	61	3,1	1,6

Bảng 1

Fig.16 là hình vẽ thể hiện lưu đồ của tiến trình 1600 được nêu làm ví dụ để giảm PAPR trong tín hiệu theo các khía cạnh của sáng chế. Tiến trình 1600 mô tả cơ chế để giảm PAPR trong tín hiệu mà bao gồm hoặc sử dụng các mẫu chùm điểm không vuông để truyền tín hiệu. Tiến trình 1600 sẽ chủ yếu được mô tả theo bộ tiền mã hoá 600 đã mô tả trên Fig.6. Tiến trình 1600 cũng có thể được áp dụng cho sự hoạt động của bộ tiền mã hoá 700 đã mô tả trên Fig.7. Tiến trình 1600 cũng có thể được sử dụng ở bộ phát 110 như một phần của hệ thống 100 đã mô tả trên Fig.1, hoặc như một phần của bộ phát dữ liệu 300 đã mô tả trên Fig.3. Cũng cần lưu ý rằng một số bước trong tiến trình 1600 có thể được loại bỏ hoặc được xếp thứ tự lại để phù hợp với các phương án cụ thể theo những nguyên lý của sáng chế.

Ở bước 1605, tín hiệu được nhận. Tín hiệu này có thể chứa audio, video, dữ liệu báo hiệu hoặc dữ liệu điều khiển và dữ liệu phụ trợ khác (ví dụ, dữ liệu hướng dẫn chương trình). Tín hiệu này có thể được xử lý và có thể là biểu diễn miền tần số của nội dung tín hiệu. Tiếp theo, ở bước 1610, tín hiệu này được ánh xạ vào một hoặc nhiều ký hiệu theo kỹ thuật truyền đa báo hiệu. Hoạt động ánh xạ, ở bước 1610, có thể được thực

hiện ở bộ mã hoá STBC/SFBC (ví dụ, bộ mã hoá STBC/SFBC 710 đã mô tả trên Fig.7.) Hoạt động ánh xạ, ở bước 1610, có thể bao gồm bước tạo ra các phần của tín hiệu gốc nhờ sử dụng một hoặc nhiều tập hợp từ mã đã biết, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, mã Golden. Hoạt động ánh xạ, ở bước 1610, là đặc biệt phù hợp để sử dụng khi truyền MIMO.

Ở bước 1615, tín hiệu đã được ánh xạ, mà được tạo ra ở bước 1610, được chuyển đổi thành tín hiệu miền thời gian. Theo một số phương án, phép chuyển đổi miền thời gian, ở bước 1615, có thể trả tín hiệu nhận được, ở bước 1605, về tín hiệu được cung cấp ban đầu bởi nguồn nội dung (ví dụ, nguồn nội dung 111 đã mô tả trên Fig.1). Hoạt động chuyển đổi, ở bước 1615, có thể được thực hiện bằng khối IFFT (ví dụ, khối IFFT 610) hoặc khối xử lý biến đổi tương tự bất kỳ.

Tiếp theo, ở bước 1620, mức biên độ của biểu diễn miền thời gian của tín hiệu tạo ra được ở bước 1615 được giới hạn, được nén, hoặc được xén, để giảm mức biên độ tín hiệu. Hoạt động giới hạn, nén, hoặc xén, ở bước 1620, có thể được thực hiện ở mạch xén (ví dụ, khối xén 620) hoặc mạch tương tự bất kỳ. Theo một phương án, tín hiệu tạo ra được ở bước 1615 được xén dựa trên tín hiệu bổ sung, Vclip. Theo các phương án khác, tín hiệu tạo ra được ở bước 1615 có thể được xén, được giới hạn, hoặc được nén bằng hàm truyền đạt mà bao gồm hàm giới hạn mềm, hoặc theo cách khác, hàm nén tron.

Ở bước 1625, tín hiệu đã được giới hạn biên độ được chuyển đổi trở lại biểu diễn miền tần số của tín hiệu. Hoạt động chuyển đổi, ở bước 1625, có thể được thực hiện bằng khối FFT (ví dụ, khối FFT 630) hoặc khối xử lý biến đổi tương tự bất kỳ. Theo một số phương án, hoạt động chuyển đổi ở bước 1625 là hoạt động đảo được chính xác của hoạt động chuyển đổi ở bước 1615.

Ở bước 1630, biểu diễn miền tần số của tín hiệu được ánh xạ trở lại từ tập hợp ký hiệu, mà phù hợp cho các tín hiệu khi truyền đa báo hiệu, thành một tín hiệu đơn. Hoạt động ánh xạ, ở bước 1630, có thể được thực hiện ở bộ giải mã STBC/SFBC (ví

dụ, bộ giải mã STBC/SFBC 750 đã mô tả trên Fig.7.) Hoạt động ánh xạ, ở bước 1630, có thể bao gồm bước giải ánh xạ hoặc giải mã các phần của tín hiệu gốc nhờ sử dụng một hoặc nhiều tập hợp từ mã đã biết, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, mã Golden. Hoạt động ánh xạ, ở bước 1630, là đặc biệt phù hợp để sử dụng khi truyền MIMO.

Ở bước 1635, tín hiệu mới tạo ra được, ở bước 1630, trong miền tần số, được trừ đi từ tín hiệu gốc nhận được ở bước 1605. Bước trừ ở bước 1635 cũng có thể bao gồm bước đệm tín hiệu gốc để đồng bộ hoặc đồng chỉnh thời gian tín hiệu gốc với tín hiệu mới. Tiếp theo, ở bước 1640, tín hiệu kết quả, từ bước 1635, được nhân với hằng số. Giá trị hằng số có thể là giá trị tín hiệu K đối với tất cả các tín hiệu và các ký hiệu. Theo các phương án khác, các giá trị biến thiên và khác nhau của giá trị độ lợi có thể được áp dụng dưới dạng các giá trị riêng biệt K_i cho mỗi sóng mang, ký hiệu riêng lẻ, hoặc một phần của tín hiệu. Các giá trị cho K_i có thể được xác định dựa trên các giá trị được truyền. Theo cách khác, các giá trị cho K_i có thể được thu thập thông qua thuật toán tối ưu hoá số. Các giá trị K_i có thể phụ thuộc vào số lượng sóng mang, kiểu điều chế, sự xác định chùm điểm được mở rộng, mục tiêu PAPR, và/hoặc khả năng tăng công suất phát. Những giá trị khác nhau cho K_i có thể được tạo ra dựa trên số lượng sóng mang để làm cân bằng độ méo của công suất phổ do hoạt động xén không mong muốn hoặc hoạt động giới hạn biên độ có chủ định, ở bước 1620.

Ở bước 1645, tín hiệu đã được nhân hoặc đã được khuếch đại, từ bước 1640, được cộng vào tín hiệu gốc nhận được ở bước 1605. Bước cộng ở bước 1645 cũng có thể bao gồm bước đệm tín hiệu gốc để đồng bộ hoặc đồng chỉnh thời gian tín hiệu gốc với tín hiệu đã được nhân hoặc đã được khuếch đại. Tiếp theo, ở bước 1650, tín hiệu kết quả từ bước 1645 được chiếu vào mặt nạ chiếu mở rộng chùm điểm. Mặt nạ chiếu chùm điểm này là dựa trên chùm điểm gốc, sử dụng tín hiệu nhận được (ví dụ, tín hiệu nhận được ở bước 1605). Hoạt động chiếu ở bước 1650 có thể được thực hiện ở mạch chiếu hoặc khối chiếu (ví dụ, khối chiếu 670 đã mô tả trên Fig.6 hoặc khối chiếu 790 đã mô tả trên Fig.7). Điểm hoặc ký hiệu mà được chiếu ở bước 1650 là có thể được liên kết với mặt nạ mở rộng. Theo một phương án, chỉ có các điểm đẳng ngoại của chùm

điểm đối với tín hiệu đó mới được liên kết với mặt nạ mở rộng. Mặt nạ mở rộng này biểu thị vùng mà trong đó một điểm trong chùm điểm có thể được chiếu mà không che khuất vị trí ký hiệu gốc của nó, và giá trị ký hiệu của nó, trong chùm điểm này. Trong một số trường hợp, mặt nạ mở rộng này có thể là đường thẳng. Trong các trường hợp khác, mặt nạ mở rộng này có thể là một vùng.

Theo một phương án ưu tiên, điểm chiếu ở bước 1650 có thể được tạo ra bằng cách xử lý tín hiệu từ phép nhân ở bước 1640 cùng với tín hiệu từ phép cộng ở bước 1645. Bằng cách xử lý các tín hiệu này dưới dạng các tín hiệu vector, thì vùng tạo góc có thể được tạo ra cho vùng mở rộng của vị trí của các điểm đẳng ngoại thuộc chùm điểm trong chùm điểm. Vùng tạo góc có thể còn được xác định dựa trên chùm điểm đang được sử dụng. Cần lưu ý rằng cung tạo góc tối đa của vùng mở rộng là có thể được xác định bởi khoảng cách góc (ví dụ, góc θ trên sơ đồ 1100) giữa hai điểm đẳng ngoại liền kề bất kỳ thuộc chùm điểm (ví dụ, các điểm 1130-1145). Khoảng cách góc này, và kéo theo đó là cung tạo góc tối đa của vùng mở rộng, có thể là khác nhau đối với các chùm điểm khác nhau. Ngoài ra, cung tạo góc nhỏ hơn cung tạo góc tối đa cũng có thể được sử dụng.

Ở bước 1655, tín hiệu được chiếu, mà biểu diễn luồng ký hiệu OFDM có PAPR đã được giảm, được điều chế bằng IFFT, để tạo ra tín hiệu OFDM có PAPR đã được giảm trong miền thời gian. Hoạt động điều chế ở bước 1655 có thể được thực hiện ở bộ điều chế (ví dụ, bộ điều chế 114 đã mô tả trên Fig.1 hoặc các bộ điều chế OFDM 340 và 350 đã mô tả trên Fig.3). Theo một số phương án, hoạt động điều chế ở bước 1655 có thể còn bao gồm bước ánh xạ tín hiệu vào tập hợp ký hiệu để sử dụng trong môi trường truyền đa tín hiệu có sử dụng những kỹ thuật MIMO.

Ở bước 1660, tín hiệu OFDM có PAPR đã được giảm trong miền thời gian được truyền đi. Hoạt động truyền ở bước 1660 có thể được thực hiện bởi các mạch truyền và có thể sử dụng một hoặc nhiều ăng ten để truyền hoặc phát sóng không dây (ví dụ, ăng ten 115 đã mô tả trên Fig.1 hoặc các ăng ten 360 và 370 đã mô tả trên Fig.3).

Một hoặc nhiều trong số các bước của tiến trình 1600 có thể được sắp xếp lại, được kết hợp, hoặc được lược bỏ. Ví dụ, theo các phương án sử dụng cấu hình truyền SISO, bao gồm các phương án về tín hiệu được phát sóng truyền hình (ví dụ, ATSC 3.0 hoặc DVB-T2), thì các bước 1610 và 1630 có thể được lược bỏ. Ngoài ra, hoạt động chiếu mở rộng chùm điểm ở bước 1650 có thể được thực hiện thông qua một loạt bước tiến trình mà khác với các bước từ 1610 đến 1645. Do đó, các bước khác này vẫn bao trùm tiến trình để tiền mã hoá tín hiệu để cho phép chiếu, ở bước 1650, tín hiệu đã được xử lý, lên phần chiếu mở rộng chùm điểm như được mô tả ở đây.

Theo một phương án có sử dụng ít nhất một số trong số các bước của tiến trình 1600, thì một tín hiệu có thể được nhận, trong đó tín hiệu này đã được mã hoá bằng cấu trúc mã hoá FEC cụ thể mà mã hoá dữ liệu trong tín hiệu này tại một hoặc nhiều tỷ lệ mã hoá khác nhau. Có vài loại cấu trúc mã hoá khả thi, bao gồm những cấu trúc đã mô tả trên đây đối với tiêu chuẩn DVB-T2 và ATSC 3.0, hoặc những cấu trúc khác đã được biết rõ trong lĩnh vực. Kết quả là, mật độ chiếu chùm điểm có thể phụ thuộc vào tỷ lệ mã hoá đối với dữ liệu cũng như chùm điểm được dùng để truyền tín hiệu. Ngoài ra, khoảng cách góc (ví dụ, góc θ) đối với các điểm đẳng ngoại thuộc chùm điểm trong chùm điểm là có thể phụ thuộc vào cả chùm điểm lẫn tỷ lệ mã hoá. Bảng 2 thể hiện một tập hợp giá trị được nêu làm ví dụ cho góc θ theo các chùm điểm và các tỷ lệ mã hoá khác nhau mà được sử dụng như một phần của hệ thống ATSC 3.0:

Tỷ lệ mã hoá/ Chùm điểm	2/ 15	3/ 15	4/ 15	5/ 15	6/ 15	7/ 15	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

Bảng 2

Theo các phương án cụ thể của sáng chế, tập hợp các giá trị đối với góc θ là được xác định hoàn toàn hoặc một phần bởi Bảng 2. Theo các phương án cụ thể của sáng chế, các giá trị đối với góc θ là khác nhau. Theo một phương án biến thể của sáng chế, các tỷ lệ mã hoá hoặc các chùm điểm khác được sử dụng, và các giá trị cho góc θ được xác định theo đó.

Lưu ý rằng các giá trị được cho trên Bảng 2 có thể được coi là riêng của hệ thống ATSC 3.0. Tuy nhiên, các hệ thống khác, mà sử dụng các chùm điểm khác, các tỷ lệ mã hoá khác, và thậm chí có thể là các định dạng khác, có thể sử dụng tập hợp giá trị khác cho góc θ để đạt được những kết quả tương tự dựa trên những nguyên lý của sáng chế.

Một hệ thống có thể sử dụng các tín hiệu mà sử dụng chùm điểm không vuông cho một số định dạng tín hiệu trong khi sử dụng những kiểu chùm điểm khác cho các định dạng tín hiệu khác. Theo một phương án có sử dụng ít nhất các bước của tiến trình 1600, thì một tín hiệu có thể sử dụng chùm điểm không vuông, được gọi là chùm điểm hai chiều (Two Dimensional - 2D), cho một số định dạng tín hiệu, trong khi sử dụng chùm điểm vuông, được gọi là chùm điểm một chiều (One Dimensional - 1D), cho các định dạng tín hiệu khác. Bảng 3 thể hiện một cách thức thực hiện cụ thể cho kiểu chùm điểm (1D hoặc 2D) đối với những kích thước chùm điểm khác nhau cũng như các tỷ lệ mã hoá khác nhau mà được sử dụng như một phần của hệ thống ATSC 3.0:

Tỷ lệ mã hoá/ Chùm điểm	2/ 15	3/ 15	4/ 15	5/ 15	6/ 15	7/ 15	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
QPSK	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D
16QAM	1D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	1D	1D	1D
64QAM	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D
256QAM	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D	2D
1024QAM	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D
4096QAM	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D	1D

Bảng 3

Theo các phương án cụ thể của sáng chế, những kiểu của chùm điểm là được xác định hoàn toàn hoặc một phần bởi Bảng 3. Theo các phương án cụ thể của sáng chế, kiểu của các chùm điểm là khác nhau (ví dụ, chùm điểm không vuông có thể được sử dụng cho 1024 QAM hoặc 4096 QAM). Theo một phương án biến thể của sáng chế, các tỷ lệ mã hoá hoặc các chùm điểm khác được sử dụng.

Các tín hiệu mà sử dụng các chùm điểm 2D là có thể sử dụng tiến trình PAPR, chẳng hạn như đã được mô tả bằng tiến trình 1600. Các tín hiệu mà sử dụng chùm điểm 1D là có thể sử dụng tiến trình PAPR tương tự như đã được thể hiện và được mô tả trên Fig.8 và Fig.9. Tiến trình xử lý các chùm điểm 1D và 2D để giảm PAPR có thể được gọi chung là những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm (Active Constellation Extension - ACE). Ngoài ra, những kỹ thuật ACE, chẳng hạn tiến trình PAPR được mô tả trên Fig.16, hoặc những tiến trình PAPR khác đối với chùm điểm 1D, khi được sử dụng cùng với OFDM, thì thường chỉ được áp dụng cho phần của tín hiệu mà bao gồm dữ liệu, và thường không được áp dụng cho các sóng mang hoa tiêu hoặc các âm dành trước mà được bao gồm như một phần của tín hiệu. Trong các hệ thống, chẳng hạn như hệ thống ATSC 3.0, thì những kỹ thuật ACE chỉ được áp dụng cho phần của tín hiệu mà bao gồm dữ liệu, và không được áp dụng cho các sóng mang hoa tiêu hoặc các âm dành trước mà được bao gồm như một phần của tín hiệu. Tiến trình PAPR khác, được gọi là tiến trình dành trước âm (Tone Reservation - TR), đưa các âm dành trước vào các ký hiệu OFDM để giảm PAPR. Trong hệ thống ATSC 3.0, nếu cả ACE lẫn TR đều được sử dụng, thì ACE sẽ được áp dụng trước hết cho tín hiệu.

Ngoài ra, những kỹ thuật PAPR này có thể không được sử dụng cùng với kỹ thuật ghép kênh phân chia theo mức (Level Division Multiplexing - LDM) hoặc khi các chế độ hoạt động MIMO hoặc MISO được sử dụng trong hệ thống. Trong hệ thống chẳng hạn như hệ thống ATSC 3.0, thì những kỹ thuật PAPR, cụ thể là ACE, là không được sử dụng kết hợp với kỹ thuật ghép kênh phân chia theo mức (Level Division Multiplexing - LDM) hoặc khi ở các chế độ hoạt động MIMO hoặc MISO. Cuối cùng, việc sử dụng, hoặc không sử dụng, những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm, là có thể được chỉ thị trong tín hiệu như một phần của mào đầu hoặc lớp thông tin khác,

chẳng hạn, nhưng không chỉ giới hạn ở, lớp báo hiệu L1 trong hệ thống DVB-T2 hoặc hệ thống ATSC 3.0.

Fig.17 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối của bộ tiền mã hoá 1700 được nêu làm ví dụ khác theo các khía cạnh của sáng chế. Bộ tiền mã hoá 1700 hoạt động theo cách tương tự như bộ tiền mã hoá 600 đã được mô tả trên Fig.6. Bộ tiền mã hoá này cũng hoạt động theo cách tương tự như bộ tiền mã hoá 320 trên Fig.3. Bộ tiền mã hoá 1700 có thể còn được sử dụng như một phần của bộ phát sóng, chẳng hạn bộ phát 110 trên Fig.1. Ngoại trừ như được mô tả dưới đây, thì các phần tử 1710, 1720, 1730, 1740, 1750, 1760, và 1770 là tương tự về mặt chức năng như các phần tử 610, 620, 630, 640, 650, 660, và 670 đã mô tả trên Fig.6, và sẽ không được mô tả thêm ở đây.

Ở bộ tiền mã hoá 1700 tín hiệu $\mathbf{x}' = [x'_0, x'_1, \dots, x'_{N_{FFT}-1}]$ là thu được từ tín hiệu vào $\mathbf{x}$ qua phép nội suy với hệ số 4 ở bộ nội suy 1712 đứng trước bộ lọc thông thấp 1715. Tổ hợp gồm IFFT 1710, hoạt động lấy mẫu dư qua bộ nội suy 1712, và lọc thông thấp ở bộ lọc thông thấp 1715, là được thực hiện bằng kỹ thuật đệm không và toán tử IFFT cỡ nhân bốn, như một phần của IFFT 1710.

Tín hiệu $\mathbf{x}'' = [x''_0, x''_1, \dots, x''_{N_{FFT}-1}]$ là thu được bằng cách áp dụng toán tử xén ở khối xén 1720 cho tín hiệu $\mathbf{x}'$. Toán tử xén ở khối xén 1720 là được xác định như sau:

$$x''_k = \begin{cases} x'_k, & \text{nếu } |x'_k| \leq V_{clip} \\ V_{clip} \cdot \frac{x'_k}{|x'_k|}, & \text{nếu } |x'_k| > V_{clip} \end{cases} \quad (\text{phương trình 2})$$

Ngưỡng xén V_{clip} là thông số của thuật toán và những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm. Ví dụ, ngưỡng xén V_{clip} là có thể được chọn trong khoảng từ +0 dB đến +12,7 dB với bước là 0,1 dB bên trên độ lệch chuẩn của tín hiệu gốc miền thời gian.

Tín hiệu $\mathbf{x}_c = [\mathbf{x}_{c0}, \mathbf{x}_{c1}, \dots, \mathbf{x}_{cN_{FFT}-1}]$ là thu được từ tín hiệu $\mathbf{x}''$ qua bước lọc thông thấp ở bộ lọc thông thấp 1722 và phép chia thập phân cho hệ số 4 ở bộ chia thập phân 1725. Tín hiệu $\mathbf{X}_c$ là thu được từ $\mathbf{x}_c$ bằng phép toán FFT ở khối FFT 1730. Tổ hợp gồm hoạt động lọc thông thấp ở bộ lọc thông thấp 1722, lấy mẫu giảm ở bộ chia thập phân 1725, và các hoạt động FFT ở khối FFT 1730, là được thực hiện nhờ sử dụng toán tử FFT cỡ nhân bốn.

Vectơ sai số $\mathbf{E}$ là thu được bằng cách kết hợp, thông qua phép toán trừ và nhân độ lợi, các tín hiệu $\mathbf{X}_c$ và $\mathbf{X}$ ở bộ trừ 1740 và khối độ lợi 1750 như sau:

$$\mathbf{E} = \mathbf{G} \cdot (\mathbf{X}_c - \mathbf{X}) \quad (\text{phương trình 3})$$

Độ lợi mở rộng $\mathbf{G}$ là thông số của thuật toán và những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm. Ví dụ, giá trị đối với độ lợi mở rộng $\mathbf{G}$ là có thể được chọn trong khoảng từ 0 đến 31 với bước là 1.

Vectơ mở rộng $\mathbf{V}_{ext}$ là thu được hoặc được tạo ra dưới dạng đầu ra của khối chiếu 1770 như sau :

$$\arg(\mathbf{V}_{ext,k}) = \begin{cases} \frac{\theta}{2}, & \text{nếu } \frac{\theta}{2} < \varphi_{e,k} < 90^\circ; \\ -\frac{\theta}{2}, & \text{nếu } -90^\circ < \varphi_{e,k} < -\frac{\theta}{2}; \\ \varphi_{e,k}, & \text{với các trường hợp khác.} \end{cases} \quad (\text{phương trình 4})$$

$$|\mathbf{V}_{ext,k}| = \begin{cases} |\mathbf{E}_k|, & \text{nếu } (|\mathbf{E}_k| \leq L - |\mathbf{X}_k|) \text{ VÀ } \left(\frac{\theta}{2} < \varphi_{e,k} < 90^\circ\right) \\ L - |\mathbf{X}_k|, & \text{nếu } (|\mathbf{E}_k| > L - |\mathbf{X}_k|) \text{ VÀ } \left(-90^\circ < \varphi_{e,k} < -\frac{\theta}{2}\right) \\ 0, & \text{với các trường hợp khác} \end{cases} \quad (\text{phương trình 5})$$

Phần tử φ_e biểu thị góc giữa agumen của ký hiệu tham chiếu $\mathbf{X}$ và vectơ sai số $\mathbf{E}$. Phần tử giới hạn, được ký hiệu là giá trị mở rộng lớn nhất L , có thể được áp dụng và

là thông số của thuật toán và những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm. Ví dụ, giá trị mở rộng lớn nhất L có thể được chọn trong khoảng từ 1,8 đến 2,4 với bước là 0,1.

Góc θ cũng là thông số đầu vào của thuật toán và những kỹ thuật chủ động mở rộng chùm điểm ở bộ tiền mã hoá 1700 và phụ thuộc vào chiều chùm điểm (ví dụ, đối với mỗi chùm điểm 2D đã mô tả trên đây) cũng như tỷ lệ mã sửa lỗi chuyển tiếp. Một tập hợp giá trị được nêu làm ví dụ đối với góc θ đối với tập hợp gồm các chùm điểm và các tỷ lệ mã hoá đã được mô tả trên đây trong Bảng 2.

Tín hiệu X_{ACE} được tạo ra hoặc được xây dựng bằng cách cộng vector mở rộng V_{ext} vào tín hiệu X , ở bộ cộng 1760, và làm tín hiệu chọn ở chuyển mạch mở rộng 1775, như sau:

$$X_{ACE,k} = \begin{cases} X_k + V_{ext,k}, & \text{nếu } X_k \text{ là mở rộng được;} \\ X_k, & \text{với các trường hợp khác.} \end{cases} \quad (\text{phương trình 6})$$

Một thành phần của tín hiệu, được ký hiệu là X_k , được xác định là mở rộng được nếu nó là ô tích cực (tức là ô OFDM mang điểm thuộc chùm điểm), và nếu nó mang điểm biên của chùm điểm điều chế mà được dùng cho ô đó. Thành phần X_k cũng có thể được xác định là mở rộng được nếu nó là ô giả, ô cân bằng định thiên, hoặc ô không được điều chế trong ký hiệu đóng khung, như được xác định và được sử dụng trong các hệ thống điều chế, chẳng hạn DVB-T2 và ATSC 3.0. Ví dụ, thành phần thuộc ô được điều chế 256-QAM 9/15 với tín hiệu định dạng ATSC 3.0 sẽ là điểm biên của chùm điểm nếu mô đun của nó là lớn hơn hoặc bằng 1,65.

Tín hiệu x_{ACE} là thu được hoặc được tạo ra từ X_{ACE} thông qua phép toán IFFT ở khối IFFT 1780 và biểu thị tín hiệu ra đối với bộ tiền mã hoá 1700.

Fig.18A và Fig.18B là các hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 16-QAM có các tỷ lệ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế. Cụ thể là, Fig.18A và Fig.18B là các hình vẽ thể hiện các

góc θ khác nhau mà có thể được sử dụng ở bộ tiền mã hoá (ví dụ, bộ tiền mã hoá 1700 đã mô tả trên Fig.17) đối với các tín hiệu sử dụng các tỷ lệ mã FEC khác nhau. Các tỷ lệ mã hoá và các góc θ mà được thể hiện trên Fig.18A và Fig.18B là tương tự như các tỷ lệ mã hoá và các góc đối với chùm điểm 2D 16-QAM đã mô tả trên đây trong Bảng 2.

Fig.19A và Fig.19B là các hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 64-QAM có các tỷ lệ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế. Cụ thể là, Fig.19A và Fig.19B là các hình vẽ thể hiện các góc θ khác nhau mà có thể được sử dụng ở bộ tiền mã hoá (ví dụ, bộ tiền mã hoá 1700 đã mô tả trên Fig.17) đối với các tín hiệu sử dụng các tỷ lệ mã FEC khác nhau. Các tỷ lệ mã hoá và các góc θ mà được thể hiện trên Fig.19A và Fig.19B là tương tự như các tỷ lệ mã hoá và các góc đối với chùm điểm 2D 64-QAM đã mô tả trên đây trong Bảng 2.

Fig.20 là hình vẽ thể hiện loạt sơ đồ đối với chùm điểm không vuông 256-QAM có các tỷ lệ mã sửa lỗi khác nhau và áp dụng các kỹ thuật PAPR theo các khía cạnh của sáng chế. Cụ thể là, Fig.20 là hình vẽ thể hiện các góc θ khác nhau mà có thể được sử dụng ở bộ tiền mã hoá (ví dụ, bộ tiền mã hoá 1700 đã mô tả trên Fig.17) đối với các tín hiệu sử dụng các tỷ lệ mã FEC khác nhau. Các tỷ lệ mã hoá và các góc θ mà được thể hiện trên Fig.20 là tương tự như các tỷ lệ mã hoá và các góc đối với chùm điểm 2D 256-QAM đã mô tả trên đây trong Bảng 2.

Tín hiệu có thể được truyền theo những nguyên lý của sáng chế. Tín hiệu này có thể bao gồm biểu diễn miền thời gian của các ký hiệu trong chùm điểm. Tín hiệu này có thể bao gồm các ký hiệu được ánh xạ vào các chùm điểm. Một hoặc nhiều trong số các chùm điểm này có thể là các chùm điểm không vuông, bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chùm điểm không vuông 16 QAM, chùm điểm không vuông 64 QAM, và chùm điểm không vuông 256 QAM. Một hoặc nhiều trong số các vị trí ký hiệu có thể được điều chỉnh dựa trên phép chiếu, chẳng hạn những phép chiếu mở rộng chùm điểm đã mô tả trên đây. Theo một phương án, một hoặc nhiều ký hiệu được chiếu vào vùng

chiều mở rộng chùm điểm mà được biểu diễn bởi cung tạo góc hướng ra ngoài dựa trên (các) vị trí ký hiệu gốc hoặc (các) vị trí ký hiệu đúng. Cung tạo góc hướng ra ngoài này được hình thành nhờ sử dụng góc chiếu được hình thành giữa (các) vị trí ký hiệu gốc hoặc (các) vị trí ký hiệu đúng và các vị trí ký hiệu liền kề. Góc chiếu này tạo thành đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai cho vùng tạo góc hướng ra ngoài, giá trị của góc chiếu này là dựa trên mẫu chùm điểm đối với tín hiệu cũng như tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu. Theo một phương án, tín hiệu được truyền là tín hiệu OFDM. Theo phương án khác, tín hiệu được truyền là tuân theo tiêu chuẩn truyền, chẳng hạn DVB-T2 hoặc ATSC3.0.

Tín hiệu được truyền theo những nguyên lý của sáng chế là có PAPR đã được giảm. Tín hiệu có PAPR đã được giảm này có thể đem lại vài ưu điểm bao gồm việc cải thiện hiệu suất của HPA và giảm thiểu sự méo vốn tạo ra tạp âm không mong muốn trong tín hiệu cũng như trong các khoảng tần số kề với khoảng tần số của tín hiệu được truyền.

Lưu ý rằng những kỹ thuật theo sáng chế cũng áp dụng cho những chùm điểm không đều, không vuông, tương tự như những chùm điểm được thể hiện các hình vẽ Fig.18A, Fig.18B, Fig.19A, Fig.19B và Fig.20. Những chùm điểm không đều có thể đem lại hiệu suất tốt hơn khi mô phỏng, vốn thể hiện mức cải thiện là 1,5dB so với khi sử dụng những chùm điểm đều. Theo một phương án biến thể, những kỹ thuật này cũng có thể được áp dụng cho những chùm điểm đều và không vuông khác, chẳng hạn những chùm điểm khoá dịch pha biên độ (Amplitude Phase Shift Keying - APSK).

Tín hiệu được truyền bằng cơ chế theo sáng chế có thể được nhận và được giải mã bằng thiết bị nhận mà được làm thích ứng để nhận tín hiệu được truyền này. Ví dụ, tín hiệu được truyền này có thể được nhận bằng bộ thu tín hiệu phát sóng (ví dụ, bộ thu 120 đã mô tả trên Fig.1). Theo một phương án, bộ thu này, ngoài các chức năng tương tự như đã được mô tả trên đây ra, thì có thể bao gồm hệ mạch giải mã và xử lý để ước lượng tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng mà được liên kết với vùng được mở rộng, để cung cấp tín hiệu được giải mã mở rộng. Vùng được mở rộng này có thể là cung tạo góc hướng ra ngoài với đỉnh là vị trí ký hiệu gốc của chùm điểm cơ sở

mà được sử dụng như một phần của quá trình giải điều chế, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc mà tạo thành đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này là dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá của luồng dữ liệu.

Quá trình giải mã và xử lý cũng có thể bao gồm bước gán một hoặc nhiều ký hiệu, từ kết quả ước lượng nhờ sử dụng vùng được mở rộng, cho giá trị ký hiệu dựa trên các vị trí ký hiệu trong chùm điểm cơ sở hoặc chùm điểm không được mở rộng. Quá trình giải mã và xử lý này có thể được thực hiện ở bộ giải ánh xạ mà được dùng để xử lý tất cả các ký hiệu trong tín hiệu nhận được. Hệ mạch giải mã, bao gồm bộ giải ánh xạ, và tiến trình xử lý theo những nguyên lý của sáng chế, có thể còn được bao gồm trong bộ giải điều chế (ví dụ, bộ giải điều chế 124 đã mô tả trên Fig.1), hoặc trong bộ giải mã kênh (ví dụ, bộ giải mã kênh 123 đã mô tả trên Fig.1), hoặc trong cả hai.

Theo một phương án, bộ thu (ví dụ, bộ thu 120 đã mô tả trên Fig.1) được làm thích ứng để nhận các tín hiệu được truyền bằng tiêu chuẩn truyền tương thích với ATSC 3.0. Tín hiệu này bao gồm ít nhất một phần mà đã được điều chế bằng chùm điểm 2D và đã được mã hoá với tỷ lệ mã sửa lỗi chuyển tiếp như đã mô tả trên đây trên Bảng 2. Bộ thu này giải mã tín hiệu nhận được để cung cấp kết quả ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, để cung cấp tín hiệu được giải mã mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng mà được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc mà tạo thành đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này là dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá của luồng dữ liệu. Giá trị của góc này có thể là giá trị được cho trong Bảng 2. Những bộ thu được nêu làm ví dụ mà có khả năng nhận tín hiệu ATSC 3.0 là có thể được bao gồm như một phần của ti vi, hộp thu tín hiệu truyền hình, máy tính, cổng nối, điện thoại di động, thiết bị đầu cuối di động, máy thu radio gắn trên ô tô, máy tính bảng, v.v..

Tín hiệu được truyền cũng có thể được nhận bằng bộ thu mà sử dụng những kỹ thuật thu tín hiệu MIMO (ví dụ, bộ thu dữ liệu 400 đã mô tả trên Fig.4). Tín hiệu MIMO này tương ứng với tín hiệu được truyền mà thu được bằng cách ánh xạ thời gian hoặc tần số dữ liệu vào vào chùm điểm được mở rộng, và vào các sóng mang, để tạo ra ký hiệu miền tần số trên mỗi ăng ten phát, để tạo ra các tín hiệu đa sóng mang và truyền tín hiệu. Hoạt động giải ánh xạ thời gian hoặc tần số phức đối với tín hiệu MIMO này có thể được thực hiện sau khi giải mã điểm chiếu của tín hiệu này trên vùng được mở rộng của chùm điểm của các điểm của chùm điểm cơ sở tương ứng. Phép chiếu này bao gồm bước ước lượng tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng được liên kết với vùng được mở rộng mà có cung tạo góc hướng ra ngoài với đỉnh là vị trí ký hiệu gốc. Phép chiếu này cũng có thể bao gồm bước gán ban đầu các ký hiệu trong tín hiệu được giải mã mở rộng cho các ký hiệu của chùm điểm cơ sở hoặc chùm điểm không được mở rộng, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc mà tạo thành đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này là dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá của luồng dữ liệu. Hoạt động giải mã và xử lý điểm chiếu có thể được thực hiện trong bộ giải ánh xạ riêng biệt mà được dùng để xử lý các ký hiệu được chiếu trong tín hiệu nhận được. Hệ mạch giải mã điểm chiếu, bao gồm bộ giải ánh xạ, và tiến trình xử lý theo những nguyên lý của sáng chế, là có thể còn được bao gồm trong bộ giải điều chế (ví dụ, bộ giải điều chế OFDM 430 và 440 đã mô tả trên Fig.4), hoặc trong bộ giải ánh xạ thời gian hoặc tần số (ví dụ, bộ giải ánh xạ thời gian/tần số 450 đã mô tả trên Fig.4), hoặc trong cả hai.

Cần lưu ý rằng bộ thu (ví dụ, bộ thu 120 đã mô tả trên Fig.1 hoặc bộ thu dữ liệu 400 đã mô tả trên Fig.4), cụ thể hơn là hệ mạch và các chức năng giải ánh xạ và giải mã điểm chiếu, là phải có khả năng xử lý các tín hiệu được chứa trong chùm điểm được mở rộng. Để cải thiện hiệu suất của bộ thu, thì mạch giới hạn bổ sung có thể được thêm vào bộ thu trước tiến trình xử lý bất kỳ mà được thực hiện bởi bộ giải ánh xạ và/hoặc trước tiến trình giải mã điểm chiếu. Mạch giới hạn này có thể giới hạn hoặc xén biên độ của tín hiệu. Theo một phương án, bộ giới hạn vô hướng có thể được thêm vào để giới hạn hoặc xén biên độ theo trục x và trục y, mà thường được gọi là trục đồng pha (in-phase - I) và trục vuông góc (Quadrature - Q). Tuy nhiên, theo một phương án ưu tiên mà sử

dụng các chùm điểm không vuông như một phần của quá trình truyền tín hiệu, thì mạch xén môđun phức có thể được dùng để xén tín hiệu dưới dạng vectơ.

Những phương án nêu trên đã mô tả các cơ chế khác nhau để xử lý luồng dữ liệu vào thành tín hiệu chứa chùm điểm gồm các ký hiệu OFDM mà được dùng để truyền tín hiệu, để giảm PAPR cho tín hiệu đó. Những cơ chế này có thể bao gồm bước xử lý hoặc tiền mã hoá dữ liệu, mà được biểu diễn dưới dạng các ký hiệu trong chùm điểm, để áp dụng phép chiếu mở rộng chùm điểm trong chùm điểm cho ít nhất một ký hiệu, và điều chế tín hiệu đã được tiền mã hoá để tạo ra tín hiệu được truyền, trong đó bước xử lý hoặc bước tiền mã hoá này áp dụng phép chiếu mở rộng chùm điểm cho ít nhất một ký hiệu trong cung tạo góc hướng ra ngoài nhờ sử dụng tín hiệu sai số dựa trên vectơ. Các đường biên được tạo ra cho cung tạo góc hướng ra ngoài này có thể vốn đã không trực giao nhau, và dựa trên khoảng cách góc giữa các ký hiệu hoặc các điểm liền kề trong mẫu chùm điểm. Vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này là dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá để mã hoá luồng tín hiệu, ví dụ, sau khi phép FEC được áp dụng, của dữ liệu. Cung tạo góc mà được sử dụng khi chiếu mở rộng chùm điểm này là tối ưu hơn, đặc biệt là khi được sử dụng kết hợp với các mẫu chùm điểm không vuông.

Các phương án này cũng áp dụng cho tín hiệu dữ liệu thu được bằng phương pháp như đã nêu trên. Các phương án này cũng áp dụng cho bộ giải mã hoặc phương pháp giải mã bất kỳ mà được làm thích ứng để giải mã tín hiệu dữ liệu này. Cụ thể là, một phương án áp dụng cho tín hiệu dữ liệu thu được từ phương pháp xử lý luồng dữ liệu như một phần của quá trình truyền tín hiệu, phương pháp này bao gồm bước tiền mã hoá luồng dữ liệu này để giảm tỷ số công suất đỉnh trên trung bình của tín hiệu được truyền, bằng cách áp dụng phép chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền, phép chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu là ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc

hướng ra ngoài này, giá trị của góc này là dựa trên chùm điểm này và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu này. Theo các phương án cụ thể của sáng chế, phương pháp xử lý luồng nêu trên bao gồm bước phát sóng mặt đất tín hiệu dữ liệu. Theo các phương án cụ thể của sáng chế, tín hiệu dữ liệu này bao gồm dữ liệu video và/hoặc audio. Theo các phương án cụ thể của sáng chế, tín hiệu được nhận hoặc được truyền bao gồm, hoặc là, tín hiệu được phát sóng mặt đất.

Các phương án này mô tả phương pháp xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong một chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu, trong đó phương pháp này bao gồm bước áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.

Theo một số phương án, vùng tạo góc hướng ra ngoài theo phương pháp nêu trên có thể được tạo ra giữa hai đường biên, hai đường biên này không vuông góc với nhau.

Theo một số phương án, góc giữa hai đường biên theo phương pháp nêu trên có thể nhỏ hơn hoặc bằng góc được tạo ra giữa đường chiếu từ một điểm gốc trong chùm điểm tới ít nhất một ký hiệu và đường chiếu từ điểm gốc này trong chùm điểm tới ký hiệu liền kề với ít nhất một ký hiệu này.

Theo một số phương án, chùm điểm này có thể là ít nhất một trong số chùm điểm không vuông 16 QAM, chùm điểm không vuông 64 QAM, và chùm điểm không vuông 256 QAM.

Theo một số phương án, chùm điểm này có thể là chùm điểm không đều.

Theo một số phương án, giá trị của góc nêu trên có thể dựa trên chùm điểm và các giá trị tỷ lệ mã hoá như được cho trong Bảng 2 nêu trên.

Theo một số phương án, tín hiệu nêu trên có thể tuân theo tiêu chuẩn của Ủy ban tiêu chuẩn truyền hình tiên tiến (Advanced Television Standards Committee - ATSC) phiên bản 3.0.

Theo một số phương án, phương pháp nêu trên có thể còn bao gồm bước thực hiện phép biến đổi đối với tín hiệu, mà bao gồm ít nhất một ký hiệu có kiểu chiều mở rộng chùm điểm ký hiệu nêu trên, để tạo ra tín hiệu biến đổi, và điều chế tín hiệu biến đổi đã được tiên mã hoá, để tạo ra tín hiệu được truyền.

Theo một số phương án, bước áp dụng này có thể còn bao gồm bước thực hiện phép biến đổi đối với luồng dữ liệu để chuyển đổi luồng dữ liệu này thành tín hiệu miền biến đổi, giới hạn biên độ của tín hiệu miền biến đổi này để tạo ra tín hiệu biến đổi đã được xén, thực hiện phép biến đổi ngược đối với tín hiệu biến đổi đã được xén này để tạo ra tín hiệu biến đổi ngược, lấy tín hiệu biến đổi ngược này trừ đi luồng dữ liệu này để tạo ra tín hiệu dư, điều chỉnh mức tín hiệu của tín hiệu dư này bằng hệ số độ lợi định trước để tạo ra tín hiệu dư đã được điều chỉnh, và cộng luồng dữ liệu này vào tín hiệu dư đã được điều chỉnh này để tạo ra tín hiệu sai số.

Theo một số phương án, bước thực hiện phép biến đổi hoặc bước thực hiện phép biến đổi ngược có thể sử dụng phép biến đổi Fourier.

Theo một số phương án, phương pháp này có thể được sử dụng như một phần của quá trình truyền ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

Theo một số phương án, phương pháp này có thể được sử dụng như một phần của hoạt động chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu.

Theo một số phương án, chỉ thị về việc sử dụng phép chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu có thể được bao gồm trong tín hiệu được truyền.

Theo một số phương án, chỉ thị về việc sử dụng phép chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu có thể được bao gồm trong phần báo hiệu L1 của tín hiệu được truyền.

Theo một số phương án, việc xử lý luồng dữ liệu là được thực hiện để giảm tỷ số công suất đỉnh trên trung bình của tín hiệu được truyền.

Các phương án này còn bao gồm thiết bị hoặc một phần của thiết bị mà có thể được tạo cấu hình để thực hiện bất kỳ trong số các phần tử hoặc các bước của tiến trình như đã mô tả ở một hoặc nhiều trong số các đoạn nêu trên vốn mô tả tiến trình hoặc phương pháp xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu.

Các phương án này còn mô tả thiết bị xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong một chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu, trong đó thiết bị này bao gồm môđun chiếu, môđun chiếu này áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.

Các phương án này còn bao gồm phương pháp xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng chùm điểm của các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng một tỷ lệ mã hoá, trong đó phương pháp này bao gồm bước giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm

điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu này.

Các phương án này còn mô tả thiết bị hoặc một phần của thiết bị để xử lý tín hiệu nhận được để thực hiện tiến trình đã được mô tả ở đoạn nêu trên.

Các phương án này còn mô tả thiết bị xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng chùm điểm của các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng một tỷ lệ mã hoá, trong đó thiết bị này bao gồm bộ giải điều chế để giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu này.

Các phương án này còn mô tả phương tiện bất biến đọc được bằng máy có chứa các lệnh để xử lý luồng dữ liệu mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong một chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu, trong đó phương tiện này áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu.

Các phương án này còn mô tả phương tiện bất biến đọc được bằng máy có chứa các lệnh để xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng một chùm điểm của các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng một tỷ lệ mã hoá, trong đó phương tiện này giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng cung tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí gốc của ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu này.

Các phương án này còn mô tả tín hiệu điện từ bao gồm luồng dữ liệu đã được xử lý mà được chuyển đổi thành các ký hiệu trong một chùm điểm, tín hiệu điện từ này được xử lý bằng cách áp dụng kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, kiểu chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài từ vị trí ban đầu của ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc giữa đường biên thứ nhất và đường biên thứ hai của vùng tạo góc hướng ra ngoài này, giá trị của góc này được xác định bởi việc lựa chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu này.

Mặc dù các phương án bao gồm những nguyên lý của sáng chế đã được thể hiện và được mô tả chi tiết ở đây, nhưng những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể dễ dàng tạo ra nhiều phương án biến thể khác mà vẫn bao gồm những nguyên lý này. Các phương án ưu tiên về thiết bị và phương pháp để giảm tỷ số công suất đỉnh trên trung bình trong tín hiệu đã được mô tả (những phương án này chỉ nhằm mục đích minh hoạ chứ không nhằm mục đích giới hạn), lưu ý rằng những phương án cải biến và những phương án biến thể có thể được những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực tạo ra dựa vào những nguyên lý nêu trên. Do đó, cần hiểu rằng những thay đổi có

thể được tạo ra đối với các phương án cụ thể đã được mô tả của sáng chế mà vẫn nằm trong phạm vi của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp để xử lý luồng dữ liệu được chuyển đổi thành các ký hiệu từ chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu, trong đó phương pháp này bao gồm bước:

áp dụng việc chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, việc chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu này, trong đó giá trị của góc dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá này là bằng các giá trị được cho trong bảng sau đây:

Chùm điểm	Tỷ lệ mã hoá					
	2/ 15	3/ 15	4/ 15	5/ 15	6/ 15	7/ 15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°
Chùm điểm	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
	8/ 15	9/ 15	10/ 15	11/ 15	12/ 15	13/ 15
16QAM	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chùm điểm nêu trên là ít nhất một trong số chùm điểm không vuông 16 QAM (16 level Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc 16 mức), chùm điểm không vuông 64-QAM, và chùm điểm không vuông 256-QAM.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chùm điểm là chùm điểm không đều.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu nêu trên là tuân theo tiêu chuẩn của Ủy ban tiêu chuẩn truyền hình tiên tiến (Advanced Television Standards Committee - ATSC) phiên bản 3.0.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

thực hiện phép biến đổi đối với tín hiệu mà bao gồm ít nhất một ký hiệu có sự chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu, để tạo ra tín hiệu biến đổi; và
điều chế tín hiệu biến đổi này để tạo ra tín hiệu được truyền.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước áp dụng còn bao gồm các bước:

thực hiện phép biến đổi đối với luồng dữ liệu để chuyển đổi luồng dữ liệu này thành tín hiệu miền biến đổi;

giới hạn biên độ của tín hiệu miền biến đổi này để tạo ra tín hiệu biến đổi được xén;

thực hiện phép biến đổi ngược đối với tín hiệu biến đổi được xén này để tạo ra tín hiệu biến đổi ngược;

lấy tín hiệu biến đổi ngược này trừ đi luồng dữ liệu nêu trên để tạo ra tín hiệu dư;
điều chỉnh mức tín hiệu của tín hiệu dư này bằng hệ số độ lợi định trước để tạo ra tín hiệu dư đã được điều chỉnh; và

cộng luồng dữ liệu nêu trên vào tín hiệu dư đã được điều chỉnh này để tạo ra tín hiệu sai số.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này được dùng như một phần của quá trình truyền ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong tín hiệu được truyền.

9. Phương pháp theo điểm 8, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong phần báo hiệu L1 của tín hiệu được truyền.

10. Thiết bị để xử lý luồng dữ liệu được chuyển đổi thành các ký hiệu trong chùm điểm như một phần của quá trình truyền tín hiệu, trong đó thiết bị này bao gồm:

bộ tiền mã hoá để áp dụng việc chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu cho ít nhất một ký hiệu trong chùm điểm, việc chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu này có vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được sử dụng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá được dùng để mã hoá luồng dữ liệu này,

trong đó giá trị của góc dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá nêu trên là bằng các giá trị được cho trong bảng sau đây:

	Tỷ lệ mã hoá											
	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
Chùm điểm	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó chùm điểm nêu trên là ít nhất một trong số chùm điểm không vuông 16 QAM (16 level Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc 16 mức), chùm điểm không vuông 64-QAM, và chùm điểm không vuông 256-QAM.

12. Thiết bị theo điểm 10, trong đó chùm điểm là chùm điểm không đều.

13. Thiết bị theo điểm 10, trong đó tín hiệu nêu trên là tuân theo tiêu chuẩn của Ủy ban tiêu chuẩn truyền hình tiên tiến (Advanced Television Standards Committee - ATSC) phiên bản 3.0.

14. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ tiền mã hoá còn được tạo cấu hình để thực hiện phép biến đổi đối với tín hiệu mà bao gồm ít nhất một ký hiệu có sự chiếu mở rộng chùm điểm ký hiệu, để tạo ra tín hiệu biến đổi, thiết bị này còn bao gồm:

bộ điều chế để điều chế tín hiệu biến đổi được tiền mã hoá này để tạo ra tín hiệu được truyền.

15. Thiết bị theo điểm 10, trong đó bộ tiền mã hoá còn được tạo cấu hình để:

thực hiện phép biến đổi đối với luồng dữ liệu để chuyển đổi luồng dữ liệu này thành tín hiệu miền biến đổi,

giới hạn biên độ của tín hiệu miền biến đổi này để tạo ra tín hiệu biến đổi được xén,

thực hiện phép biến đổi ngược đối với tín hiệu biến đổi được xén này để tạo ra tín hiệu biến đổi ngược,

lấy tín hiệu biến đổi ngược này trừ đi luồng dữ liệu nêu trên để tạo ra tín hiệu dư; điều chỉnh mức tín hiệu của tín hiệu dư này bằng hệ số độ lợi định trước để tạo ra tín hiệu dư đã được điều chỉnh, và

cộng luồng dữ liệu nêu trên vào tín hiệu dư đã được điều chỉnh này để tạo ra tín hiệu sai số.

16. Thiết bị theo điểm 10, trong đó thiết bị này được dùng như một phần của quá trình truyền ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

17. Thiết bị theo điểm 10, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong tín hiệu được truyền.

18. Thiết bị theo điểm 17, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong phần báo hiệu L1 của tín hiệu được truyền.

19. Phương pháp xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng chùm điểm gồm các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu, trong đó phương pháp này bao gồm bước:

giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu được truyền,

trong đó giá trị của góc dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá nêu trên là bằng các giá trị được cho trong bảng sau đây:

	Tỷ lệ mã hoá											
	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
Chùm điểm	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

20. Phương pháp theo điểm 19, trong đó chùm điểm nêu trên là ít nhất một trong số chùm điểm không vuông 16 QAM (16 level Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc 16 mức), chùm điểm không vuông 64-QAM, và chùm điểm không vuông 256-QAM.

21. Phương pháp theo điểm 19, trong đó chùm điểm là chùm điểm không đều.

22. Phương pháp theo điểm 19, trong đó tín hiệu nêu trên là tuân theo tiêu chuẩn của Ủy ban tiêu chuẩn truyền hình tiên tiến (Advanced Television Standards Committee - ATSC) phiên bản 3.0.

23. Phương pháp theo điểm 19, trong đó bước điều chế tín hiệu là bước ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

24. Phương pháp theo điểm 19, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong tín hiệu nhận được.

25. Phương pháp theo điểm 24, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong phần báo hiệu L1 của tín hiệu nhận được.

26. Thiết bị để xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng chùm điểm gồm các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu mà đã được mã hoá bằng tỷ lệ mã hoá, trong đó thiết bị này bao gồm:

bộ giải điều chế để giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu được truyền,

trong đó giá trị của góc dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá nêu trên là bằng các giá trị được cho trong bảng sau đây:

	Tỷ lệ mã hoá											
	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
Chùm điểm	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

27. Thiết bị theo điểm 26, trong đó chùm điểm nêu trên là ít nhất một trong số chùm điểm không vuông 16 QAM (16 level Quadrature Amplitude Modulation - điều chế biên độ vuông góc 16 mức), chùm điểm không vuông 64-QAM, và chùm điểm không vuông 256-QAM.

28. Thiết bị theo điểm 26, trong đó chùm điểm là chùm điểm không đều.

29. Thiết bị theo điểm 26, trong đó tín hiệu nêu trên là tuân theo tiêu chuẩn của Ủy ban tiêu chuẩn truyền hình tiên tiến (Advanced Television Standards Committee - ATSC) phiên bản 3.0.

30. Thiết bị theo điểm 26, trong đó bước điều chế tín hiệu là bước ghép kênh phân chia theo tần số trực giao.

31. Thiết bị theo điểm 26, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong tín hiệu nhận được.

32. Thiết bị theo điểm 31, trong đó chỉ thị về việc chủ động mở rộng chùm điểm hai chiều cho tín hiệu là được bao gồm trong phần báo hiệu L1 của tín hiệu nhận được.

33. Phương tiện bất biến đọc được bằng máy có chứa các lệnh để xử lý tín hiệu nhận được mà được truyền dưới dạng chùm điểm gồm các ký hiệu biểu diễn luồng dữ liệu, trong đó phương tiện này:

giải điều chế tín hiệu nhận được để ước lượng ít nhất một ký hiệu trong tín hiệu được truyền trên chùm điểm được mở rộng, chùm điểm được mở rộng này bao gồm ít nhất một vùng được mở rộng được tạo ra dưới dạng vùng tạo góc hướng ra ngoài, vùng tạo góc hướng ra ngoài này được xác định bởi giá trị của góc, giá trị của góc này được xác định bởi việc chọn chùm điểm mà được dùng như một phần của tín hiệu được truyền và tỷ lệ mã hoá đối với luồng dữ liệu trong tín hiệu được truyền,

trong đó giá trị của góc dựa trên chùm điểm và tỷ lệ mã hoá nêu trên là bằng các giá trị được cho trong bảng sau đây:

	Tỷ lệ mã hoá											
	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
Chùm điểm	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
16QAM	Không khả dụng	33,26°	35,6°	38,5°	44,14°	44,1°	44,49°	44,49°	42,1°	Không khả dụng	Không khả dụng	Không khả dụng
64QAM	22,96°	39,36°	41,26°	19,01°	21,17°	22,49°	22,28°	22,49°	22,4°	19,75°	18,42°	16,81°
256QAM	36,67°	40,26°	19,11°	22,47°	8,38°	11,23°	11,23°	10,93°	11,22°	10,63°	8,8°	8,34°

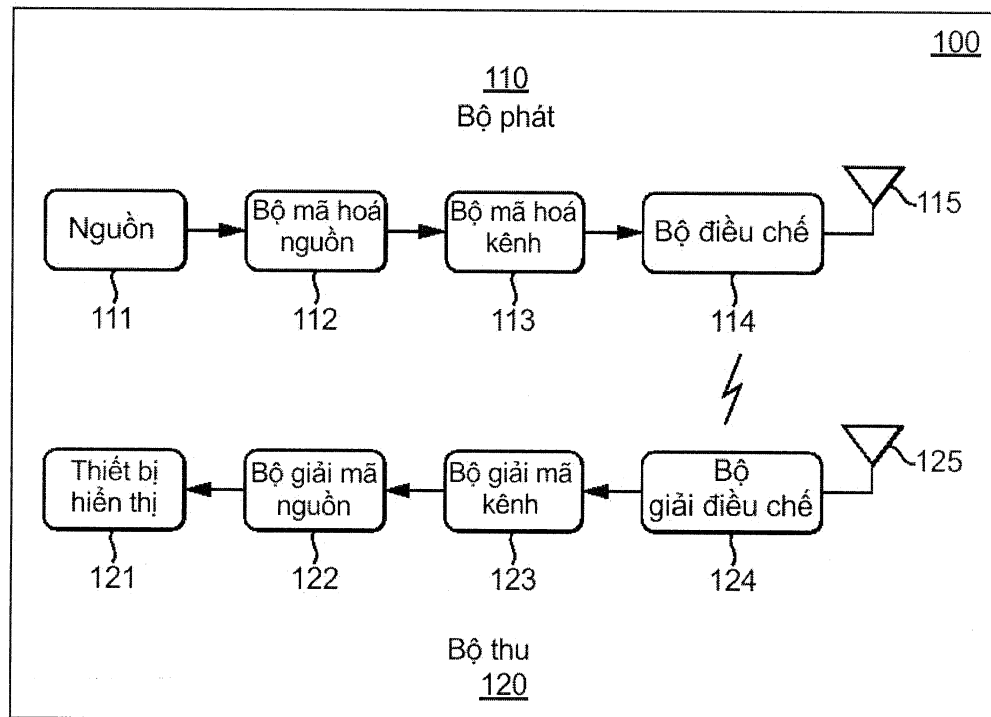


FIG. 1

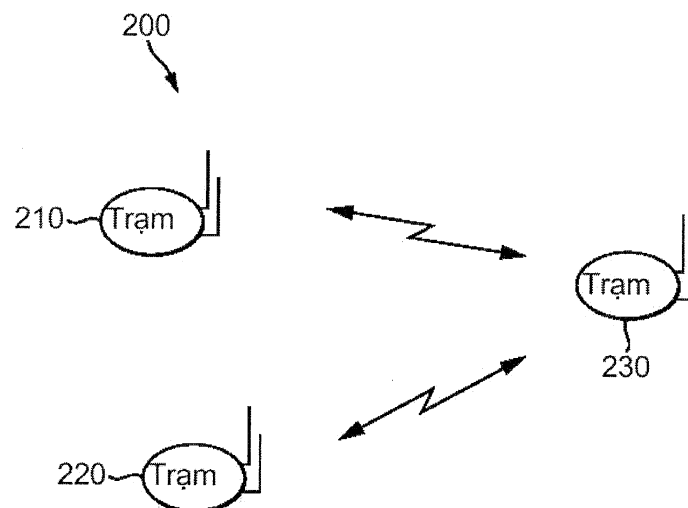


FIG. 2

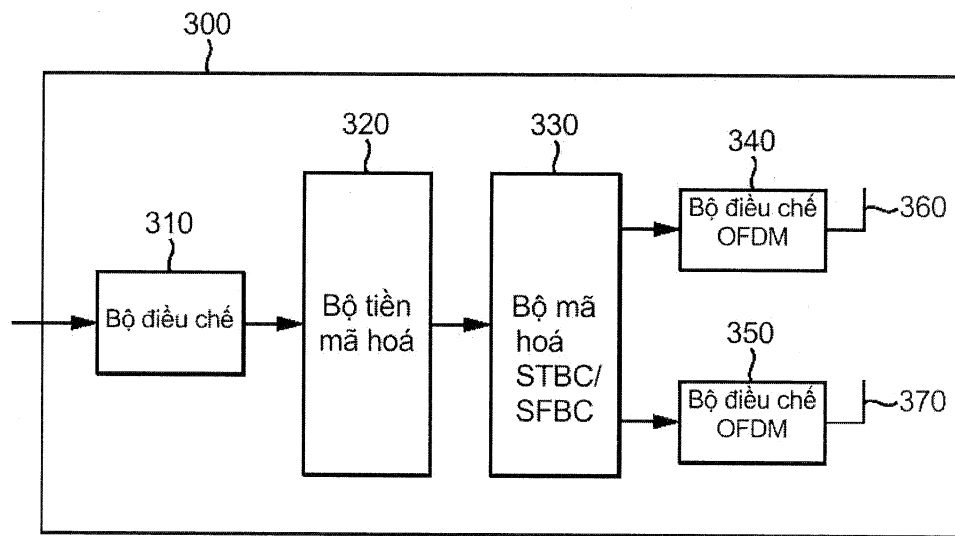


FIG. 3

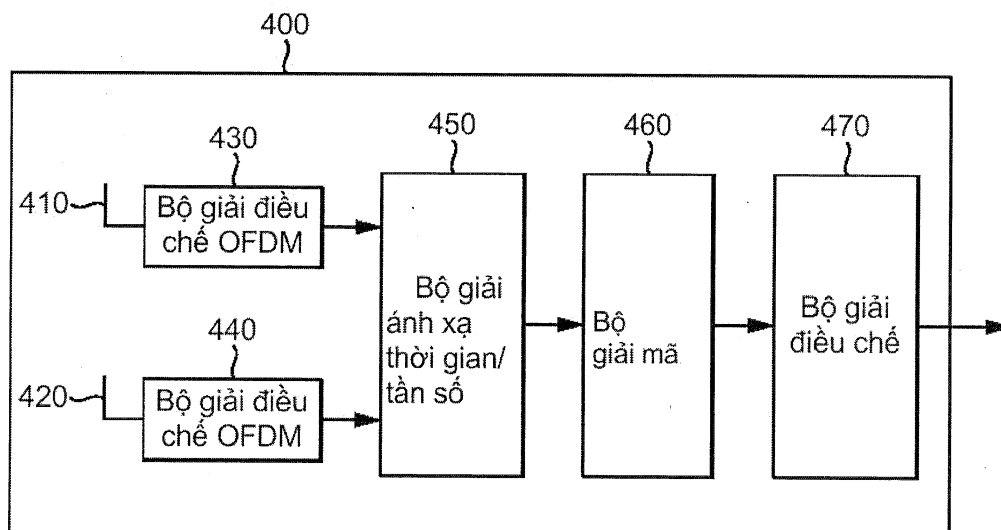


FIG. 4

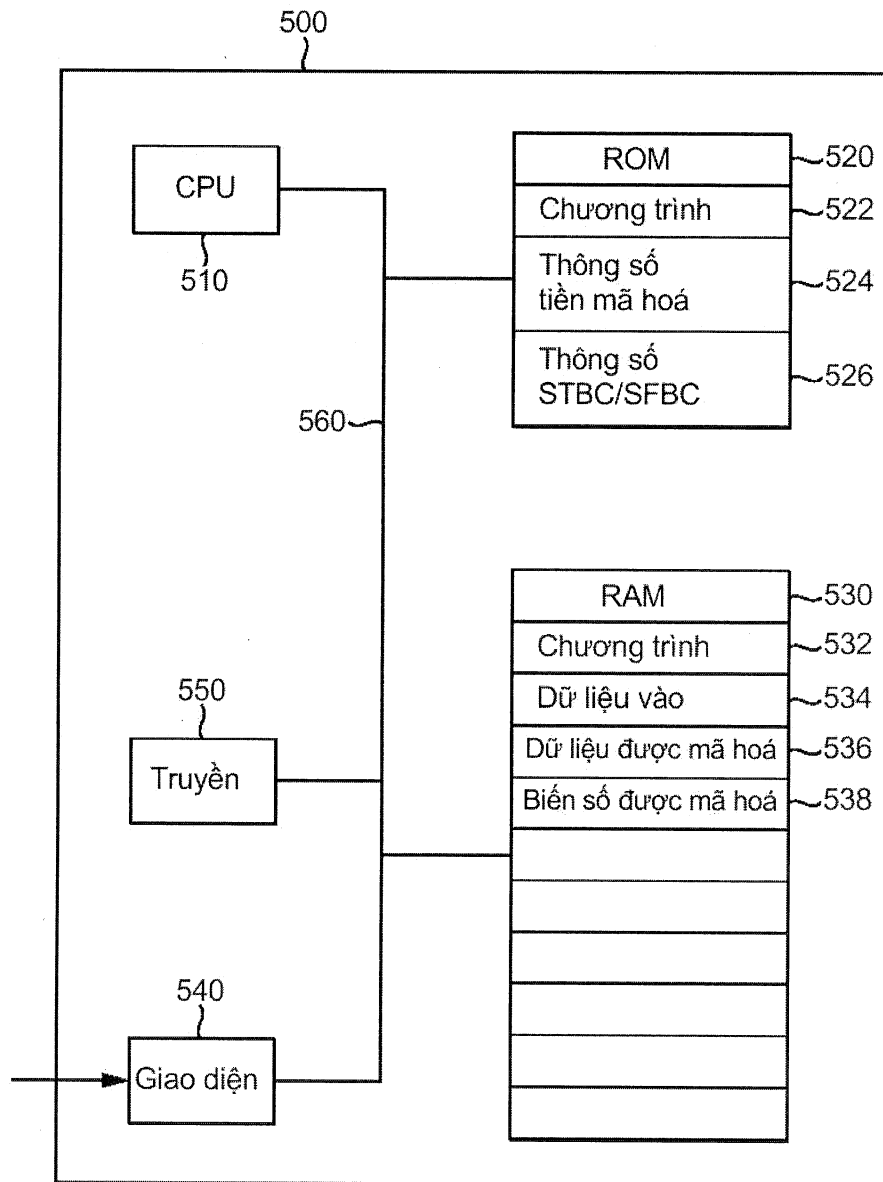


FIG. 5

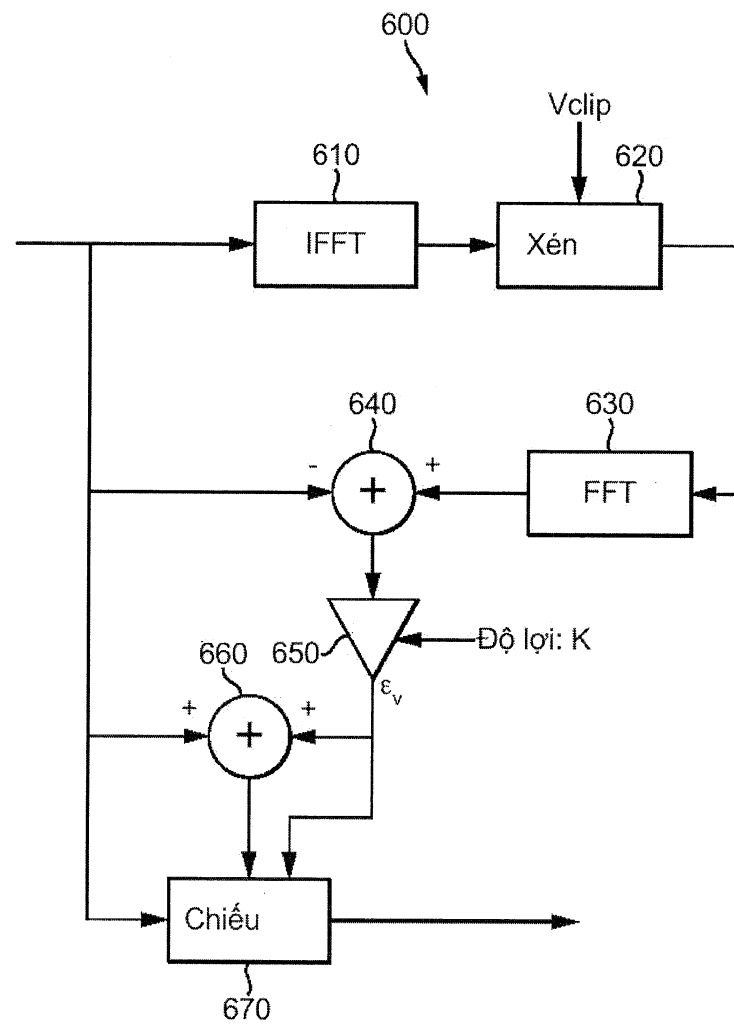


FIG. 6

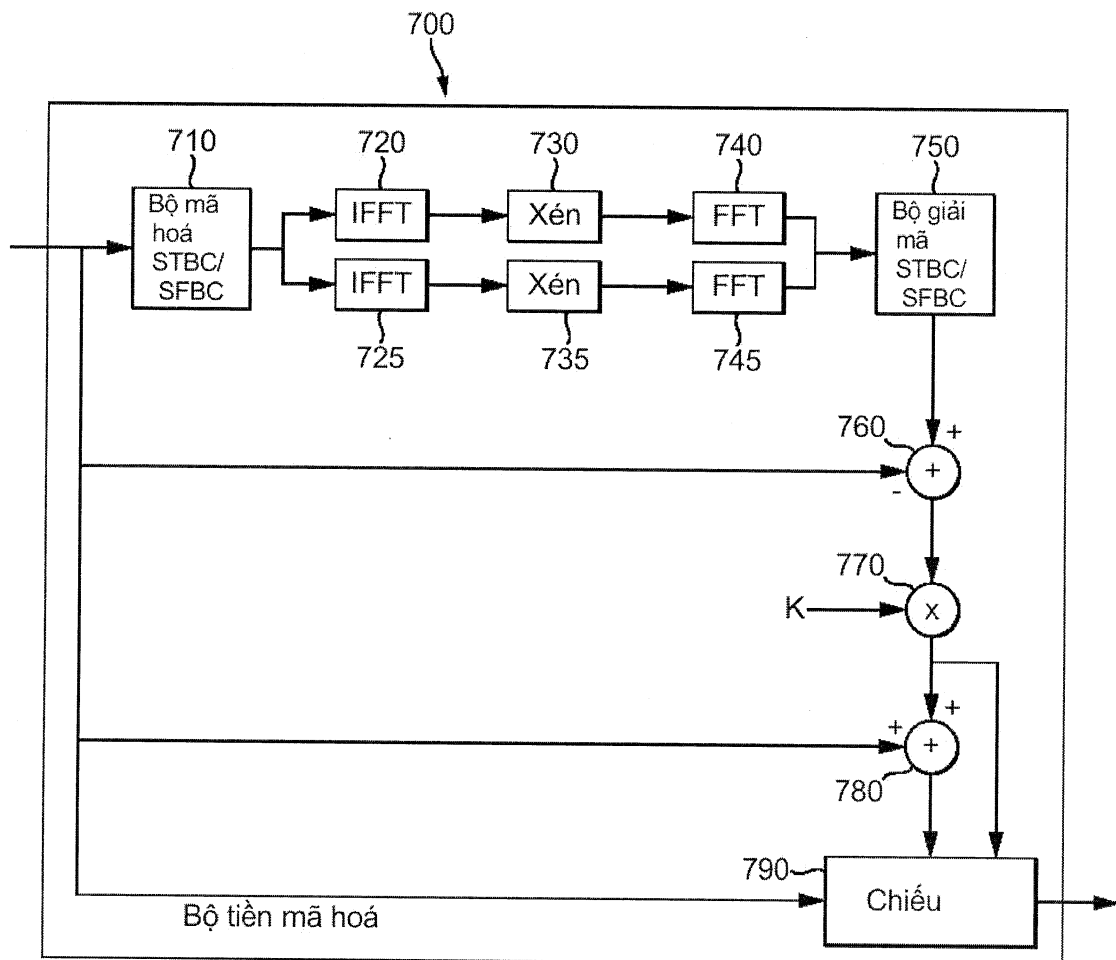


FIG. 7

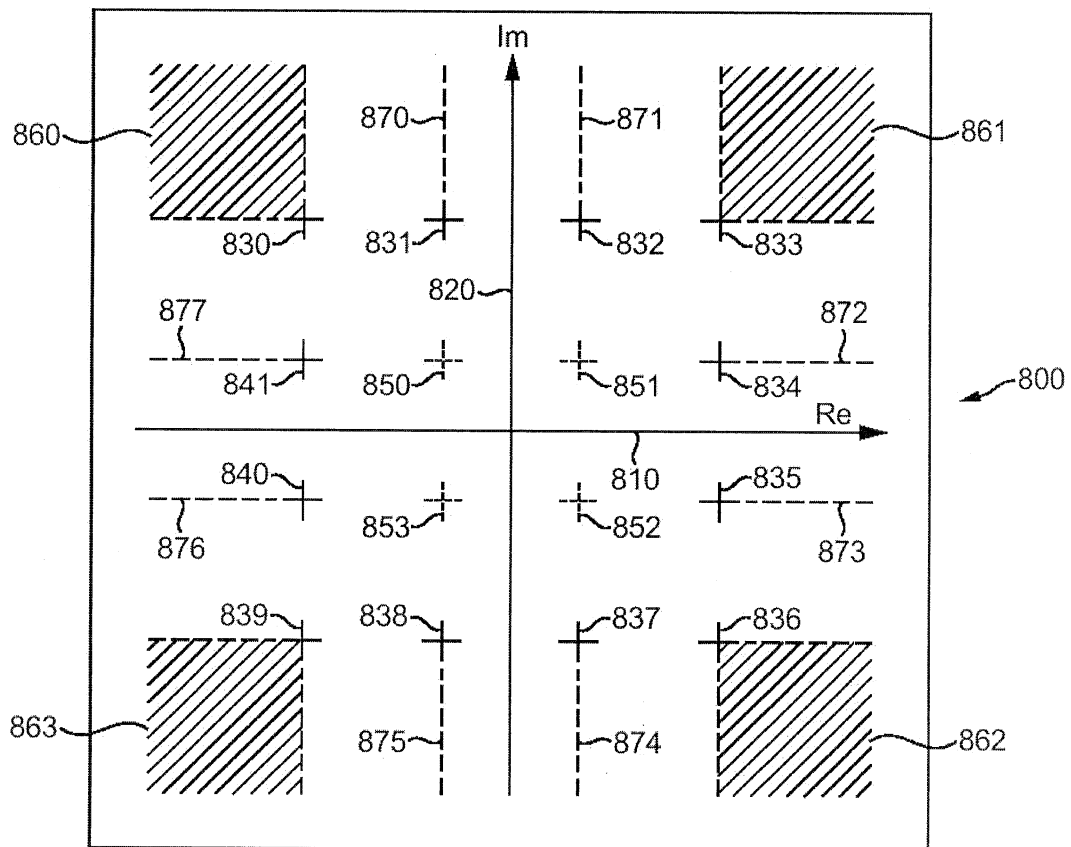


FIG. 8

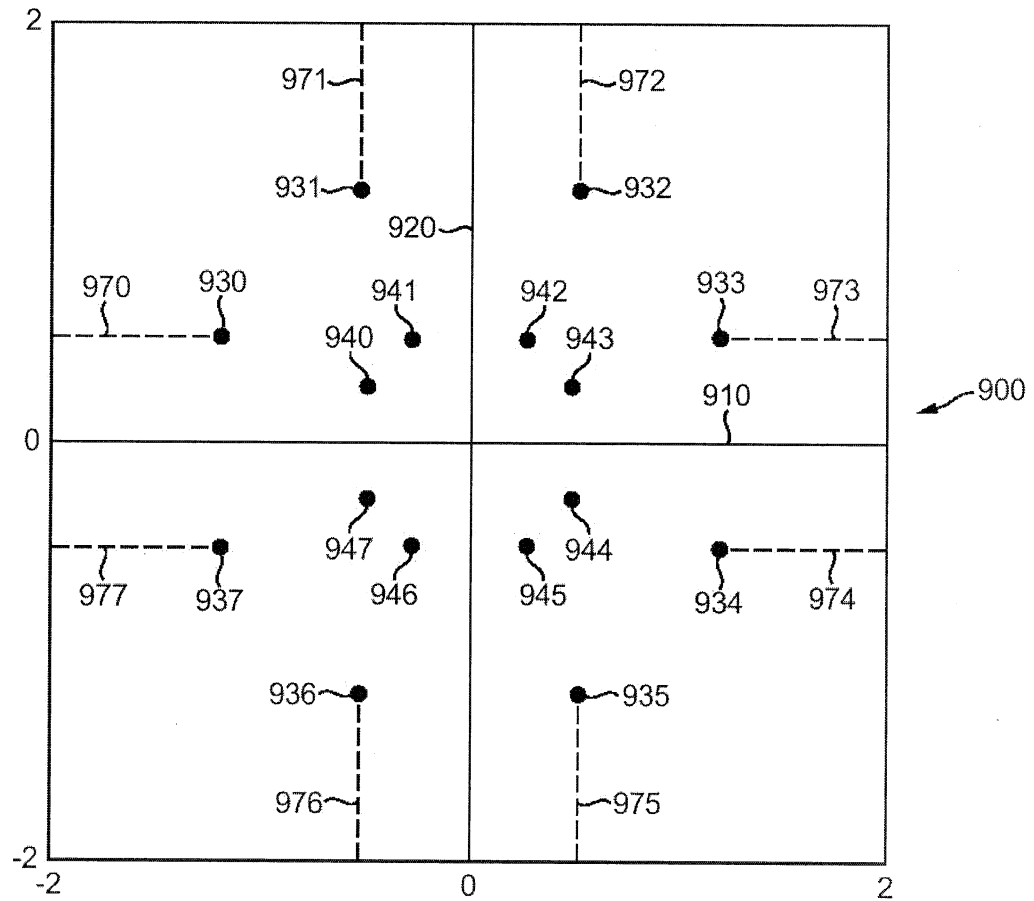


FIG. 9

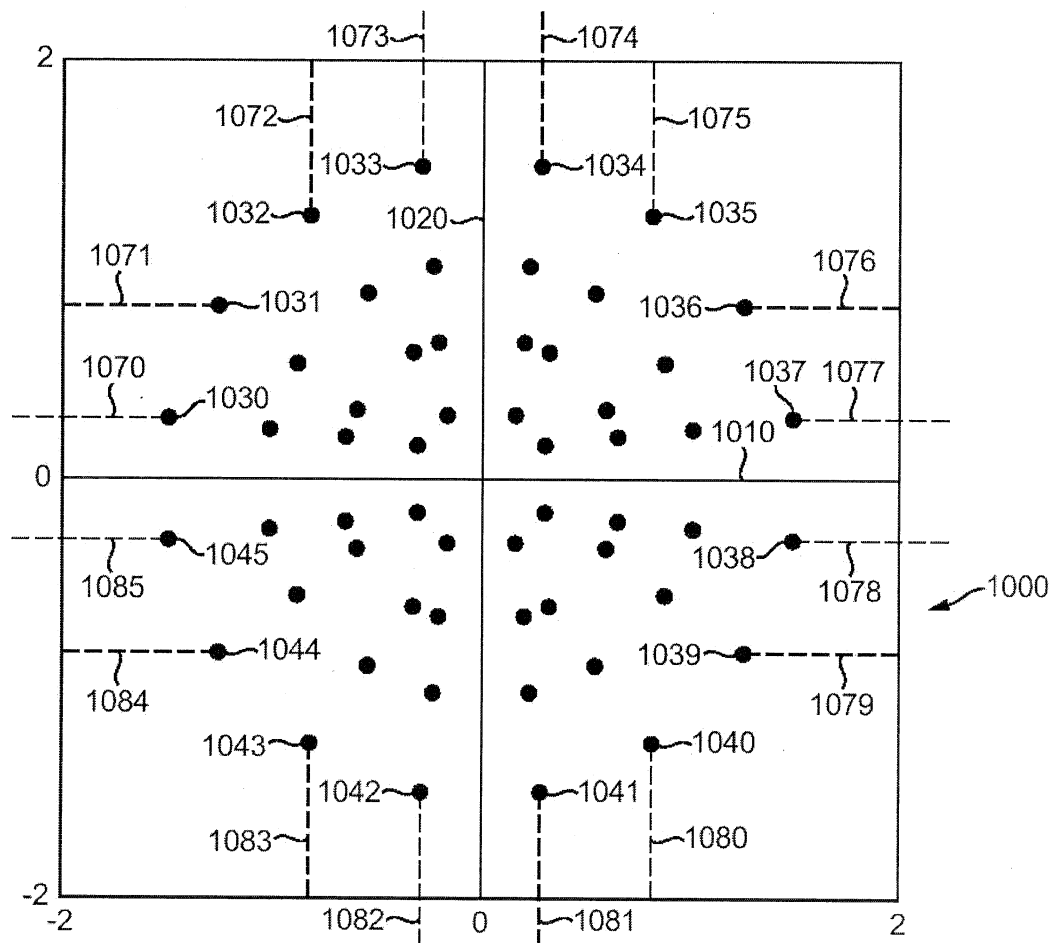


FIG. 10

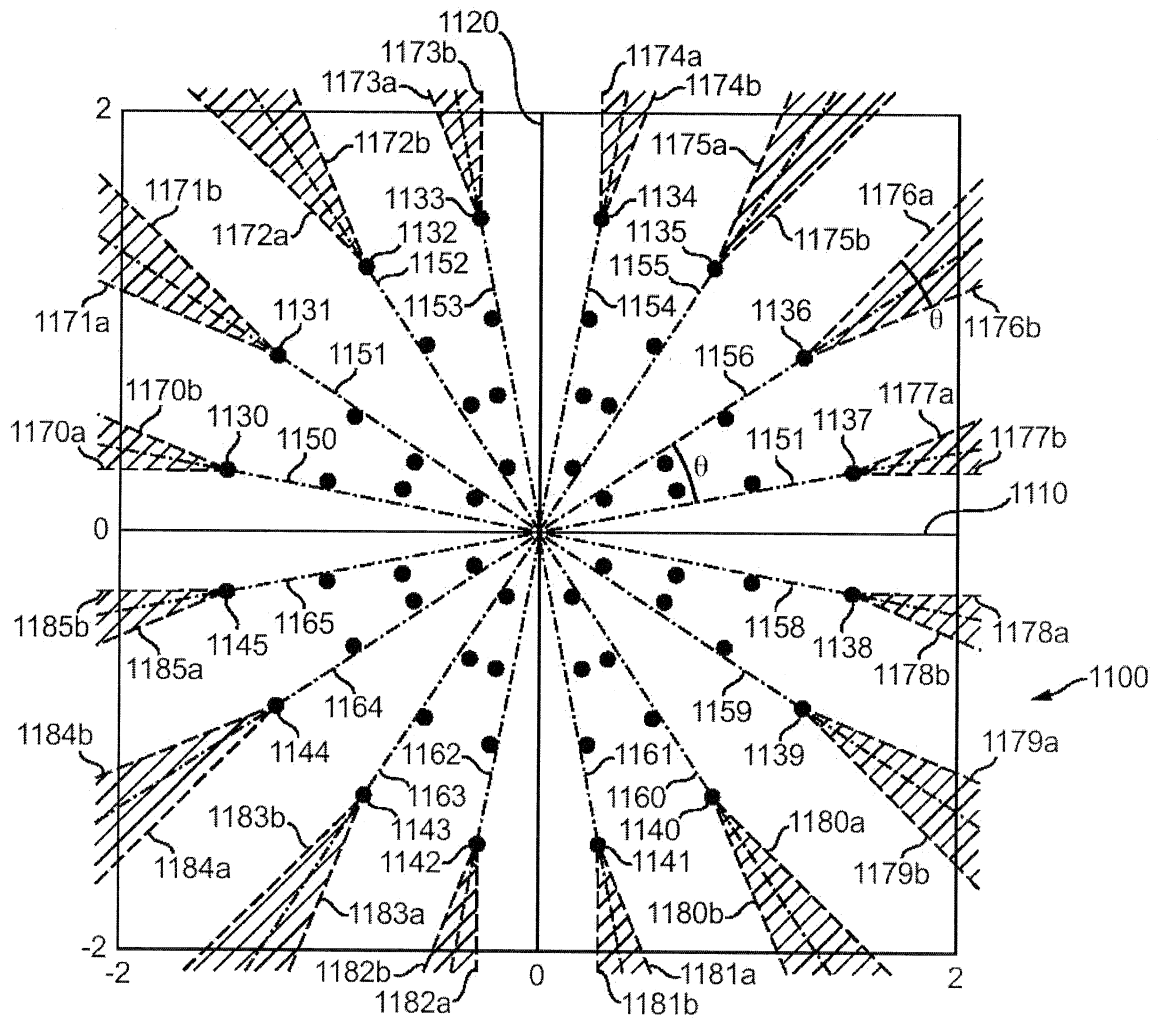


FIG. 11

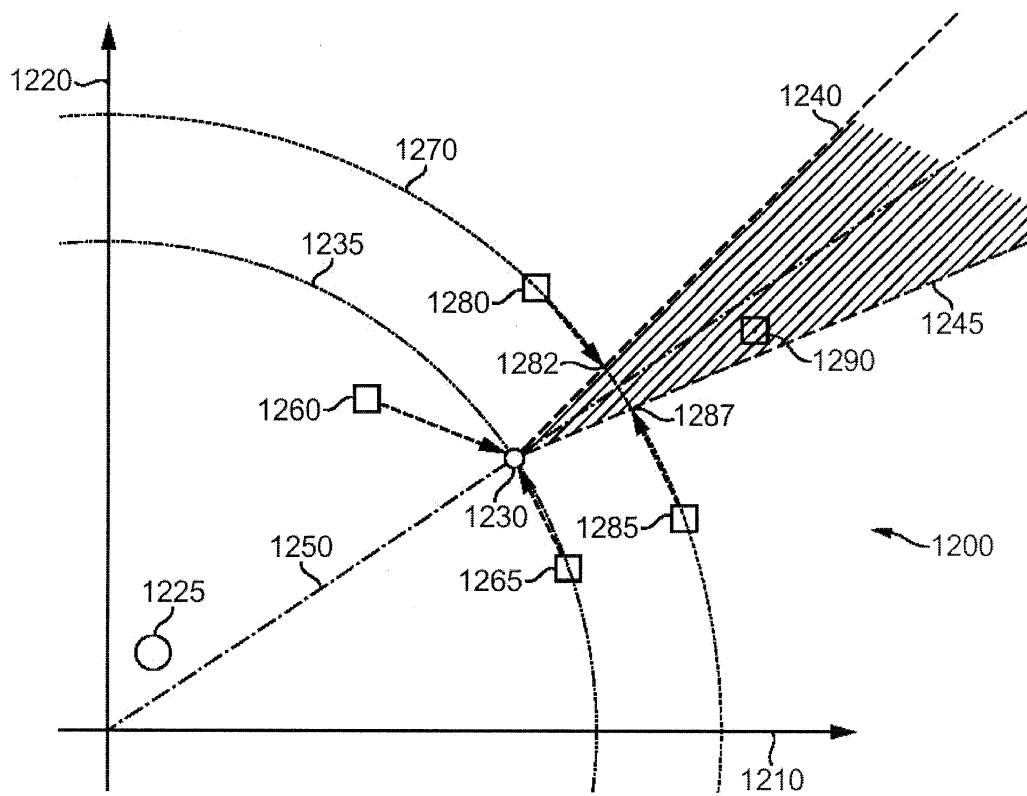


FIG. 12

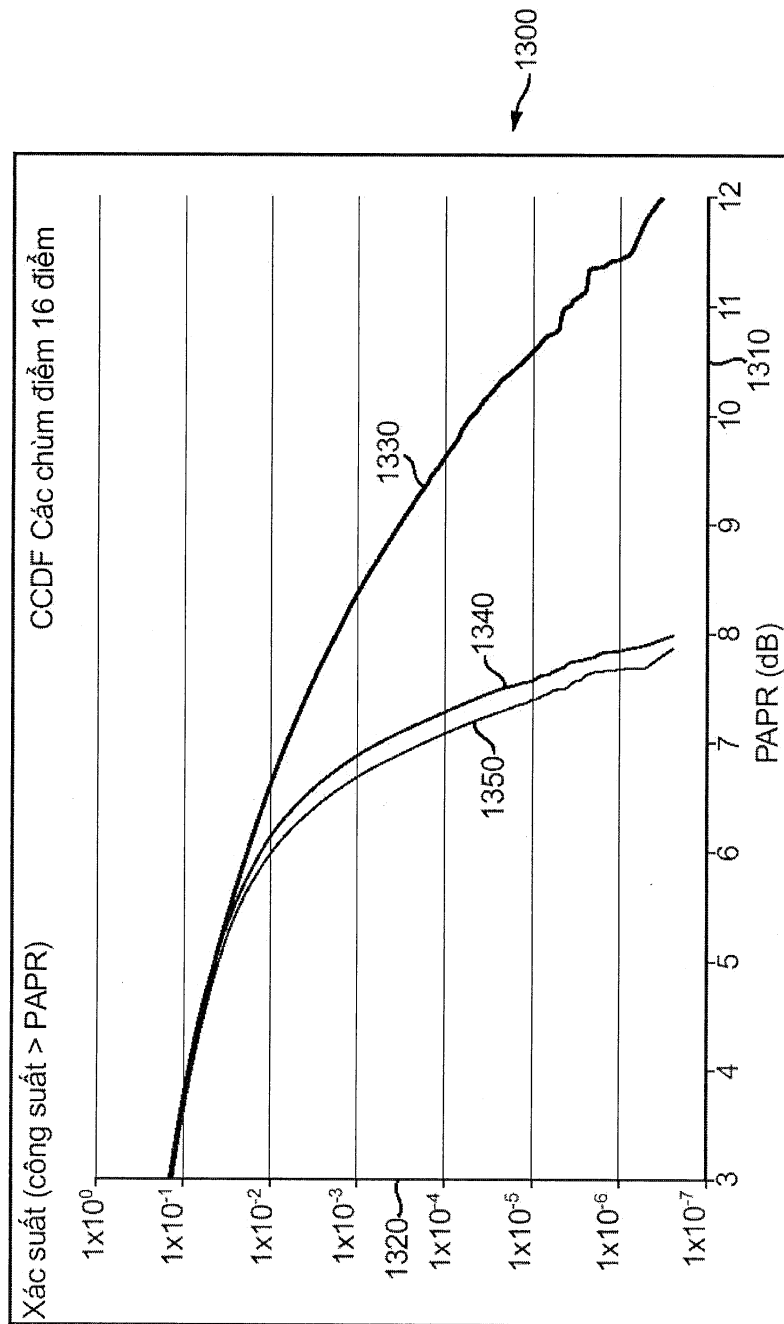


FIG. 13

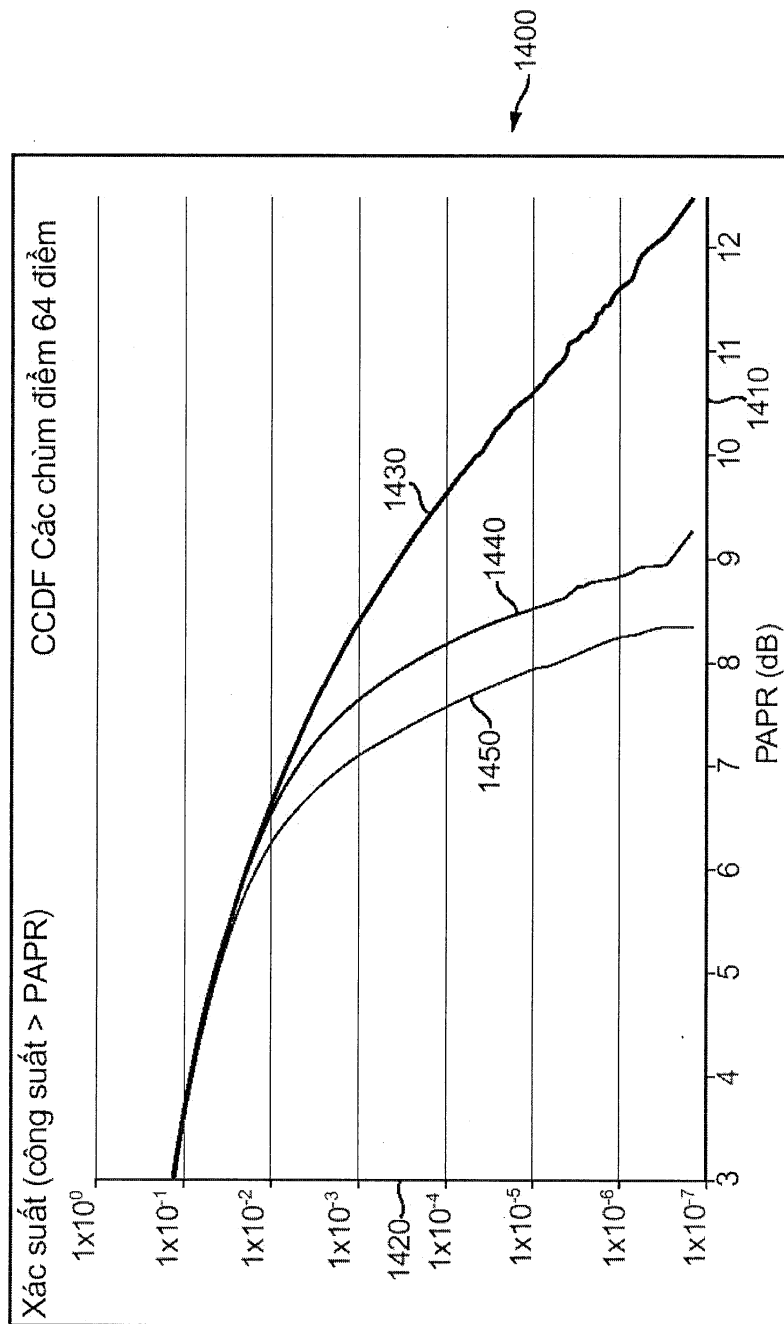


FIG. 14

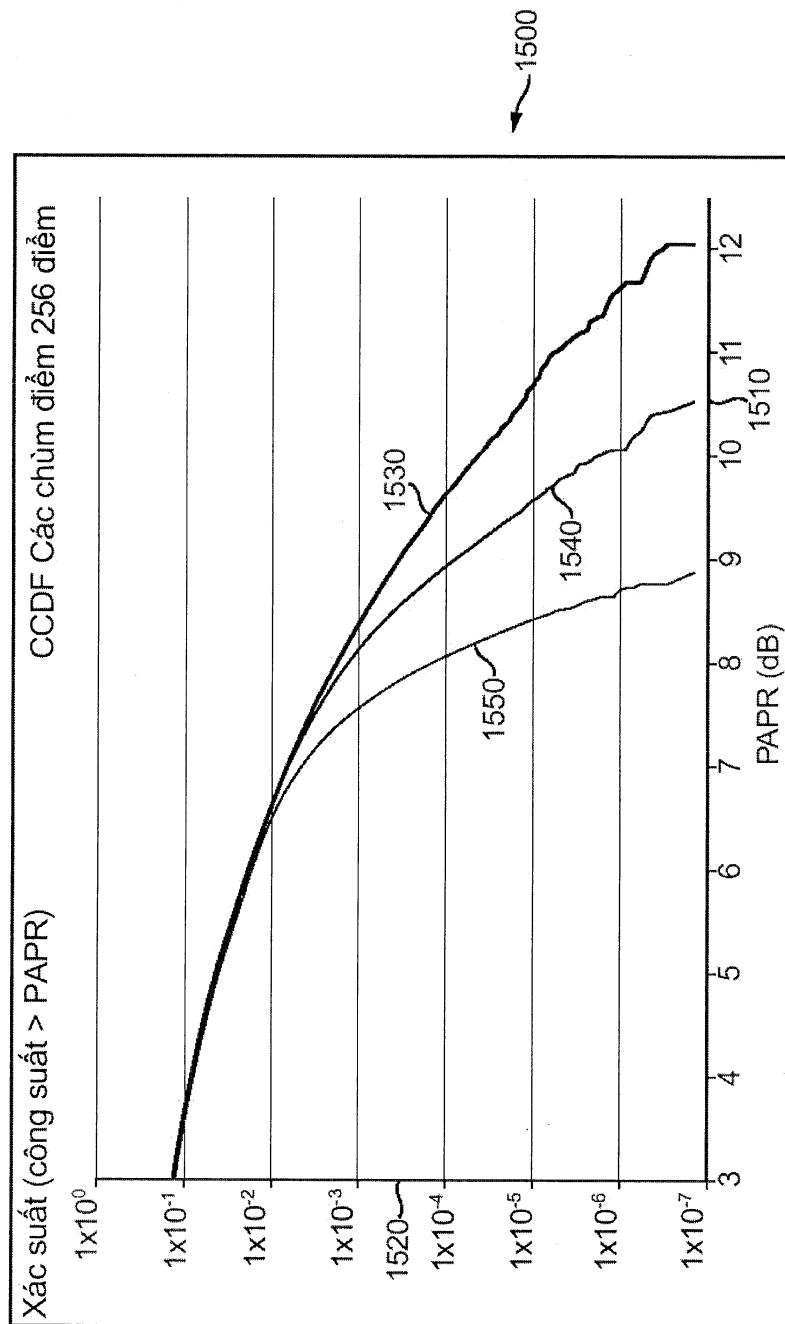


FIG. 15

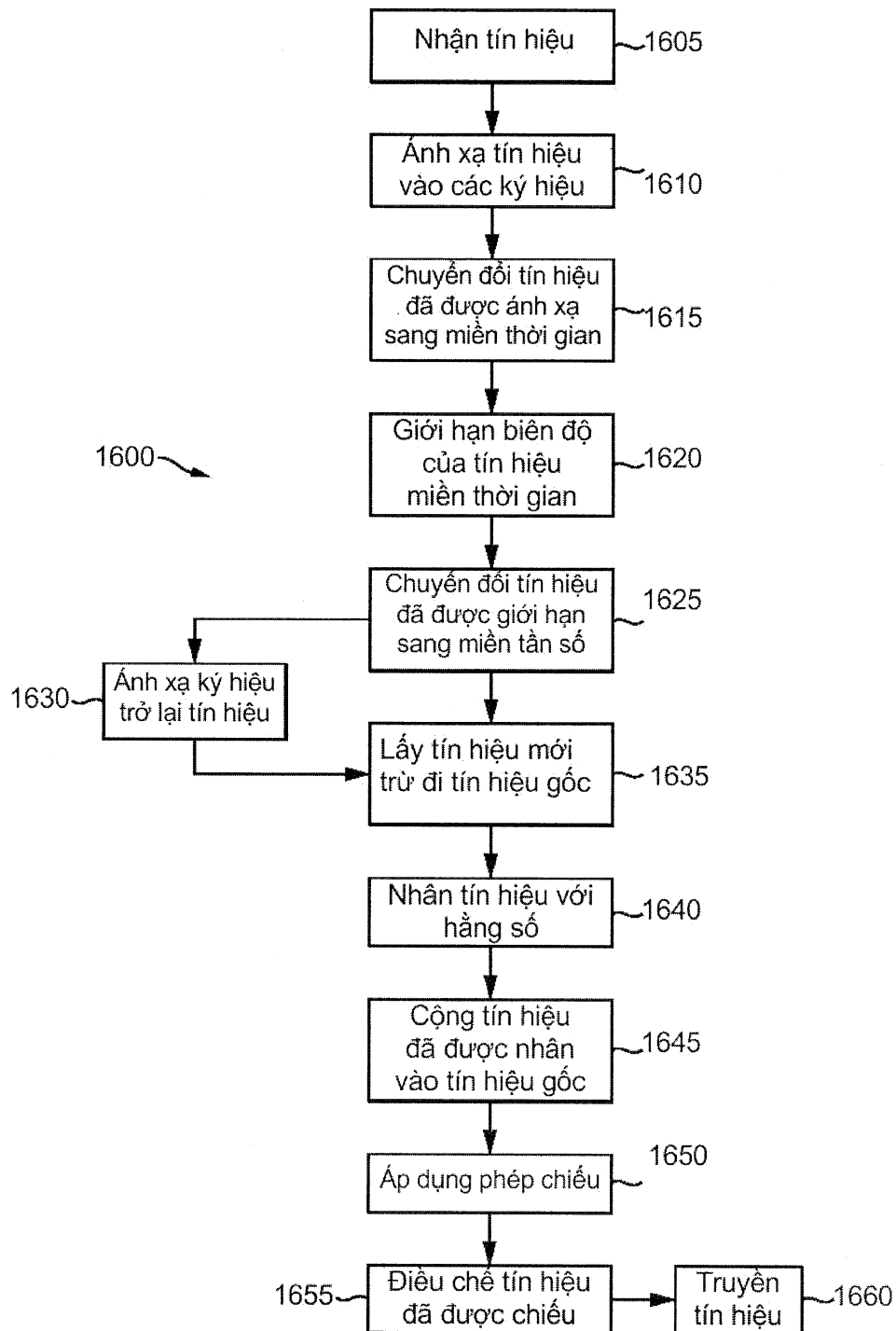


FIG. 16

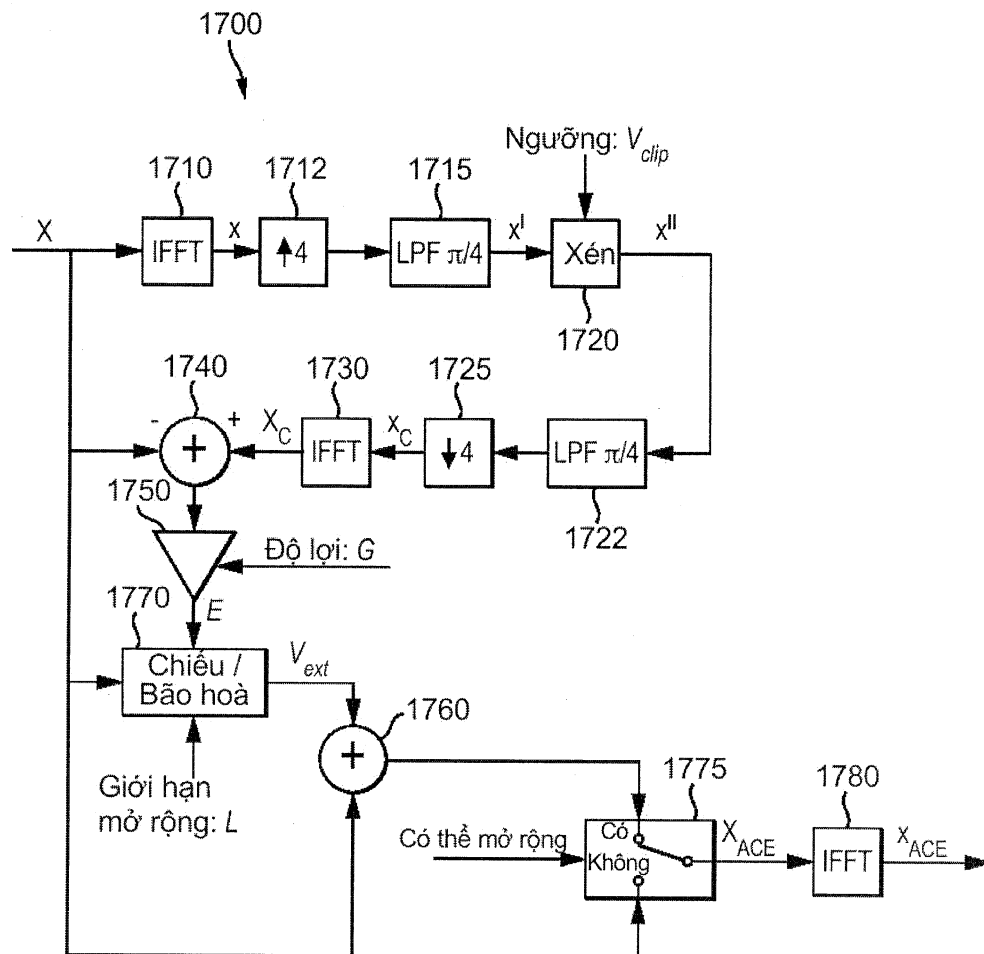


FIG. 17

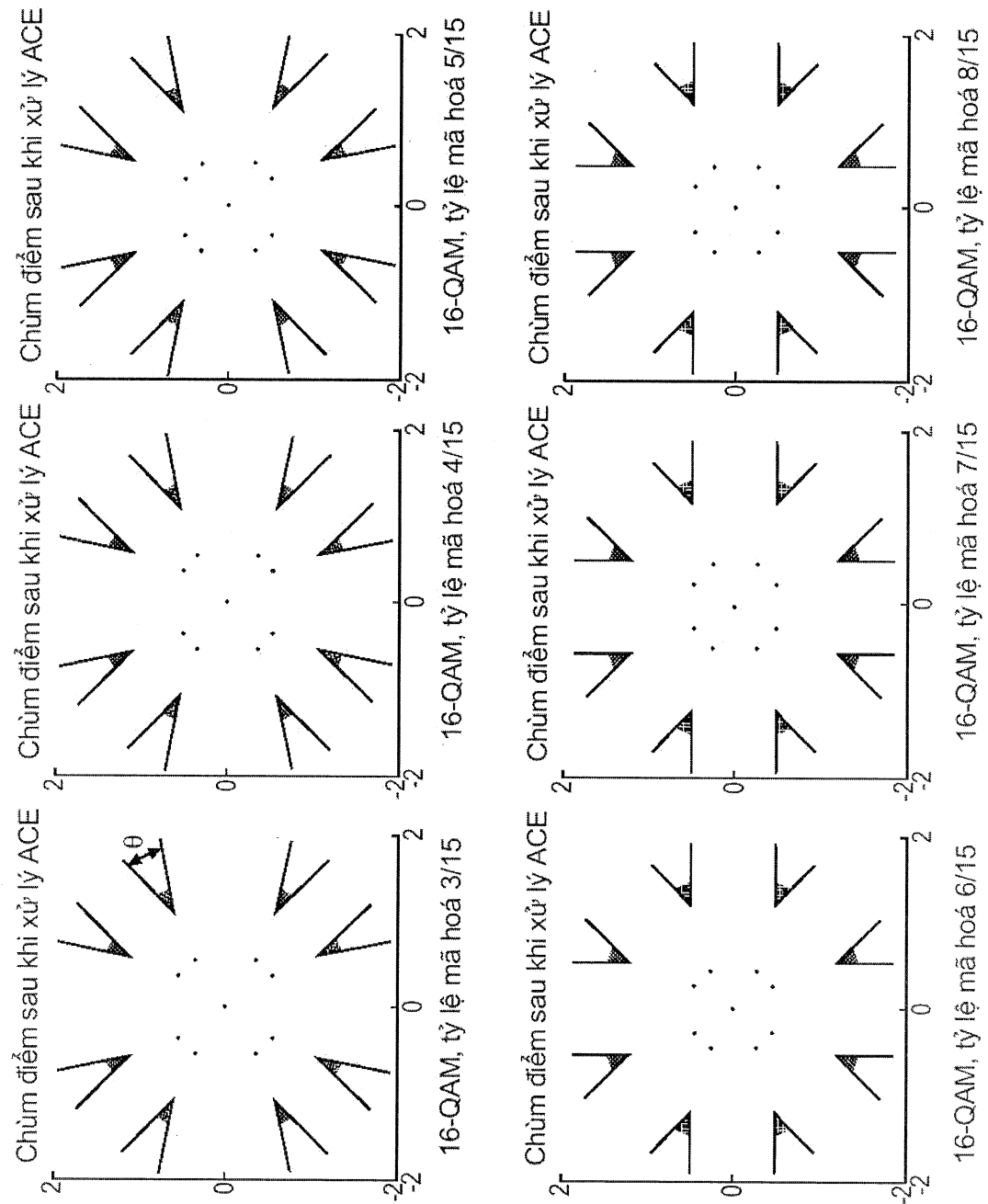


FIG. 18A

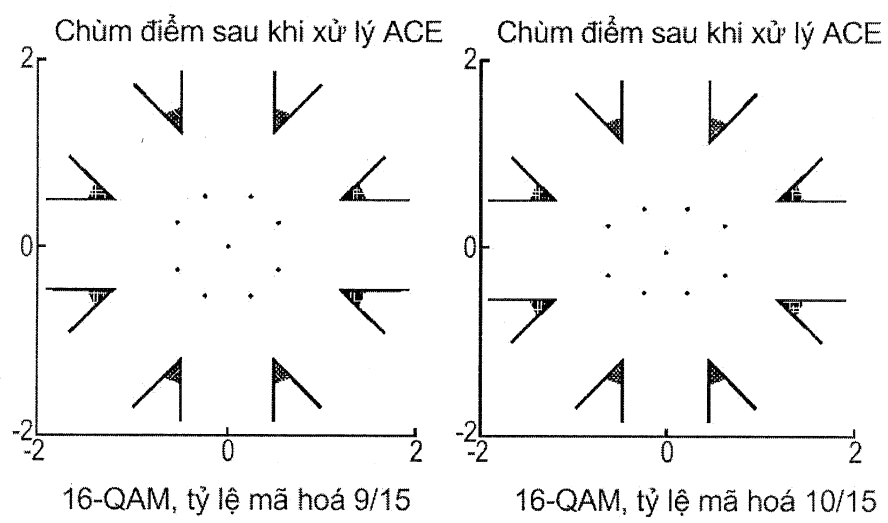


FIG. 18B

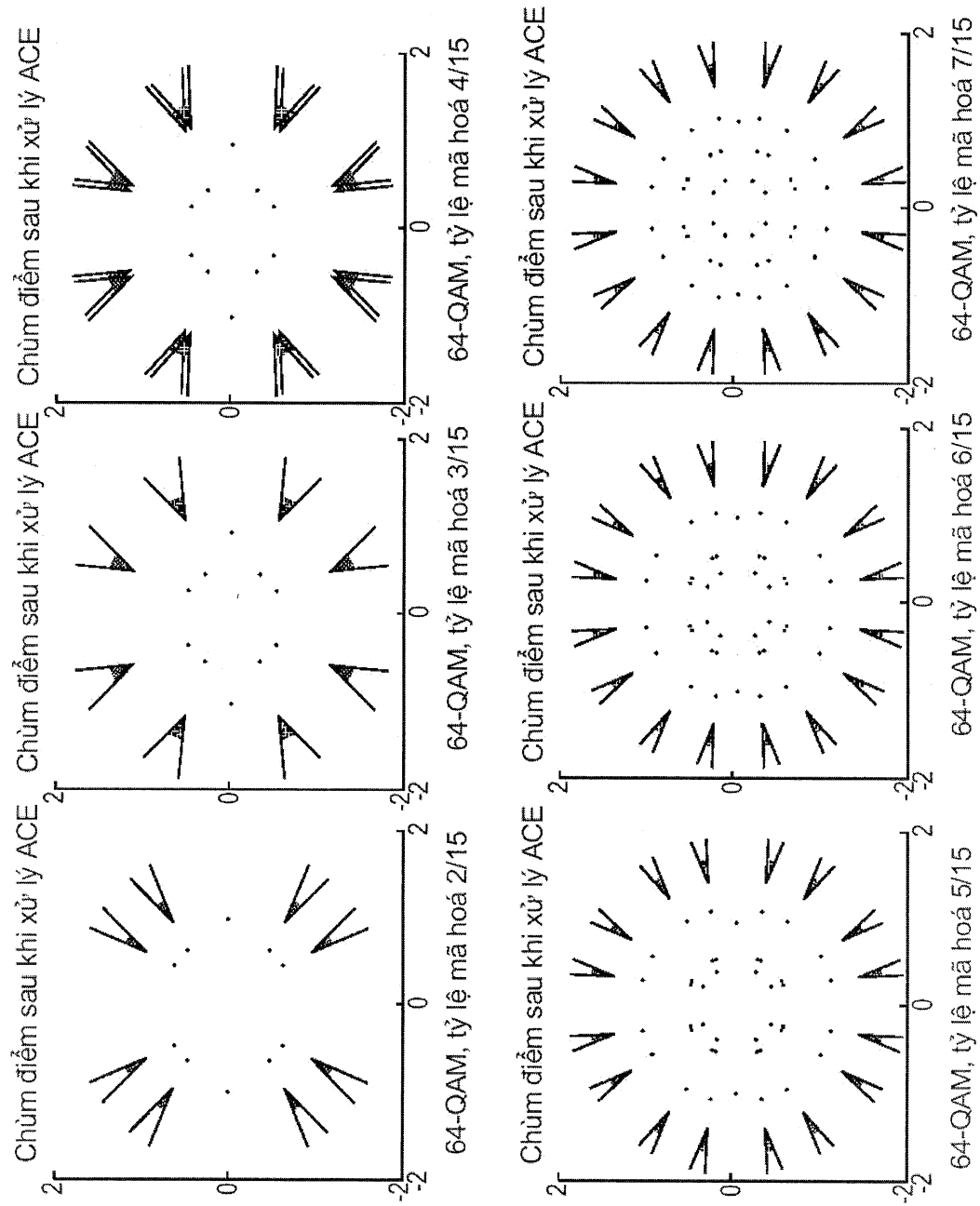


FIG. 19A

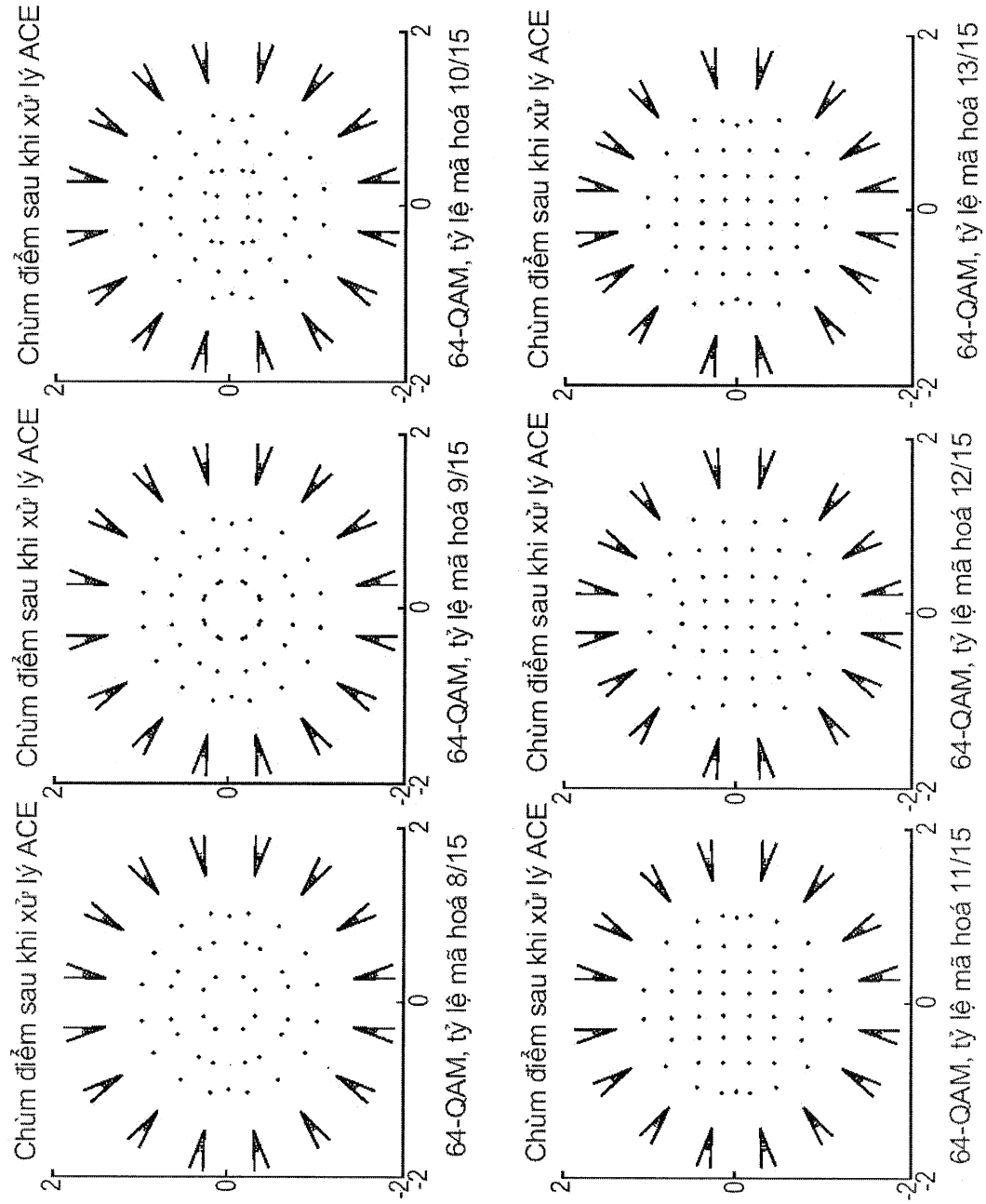


FIG. 19B

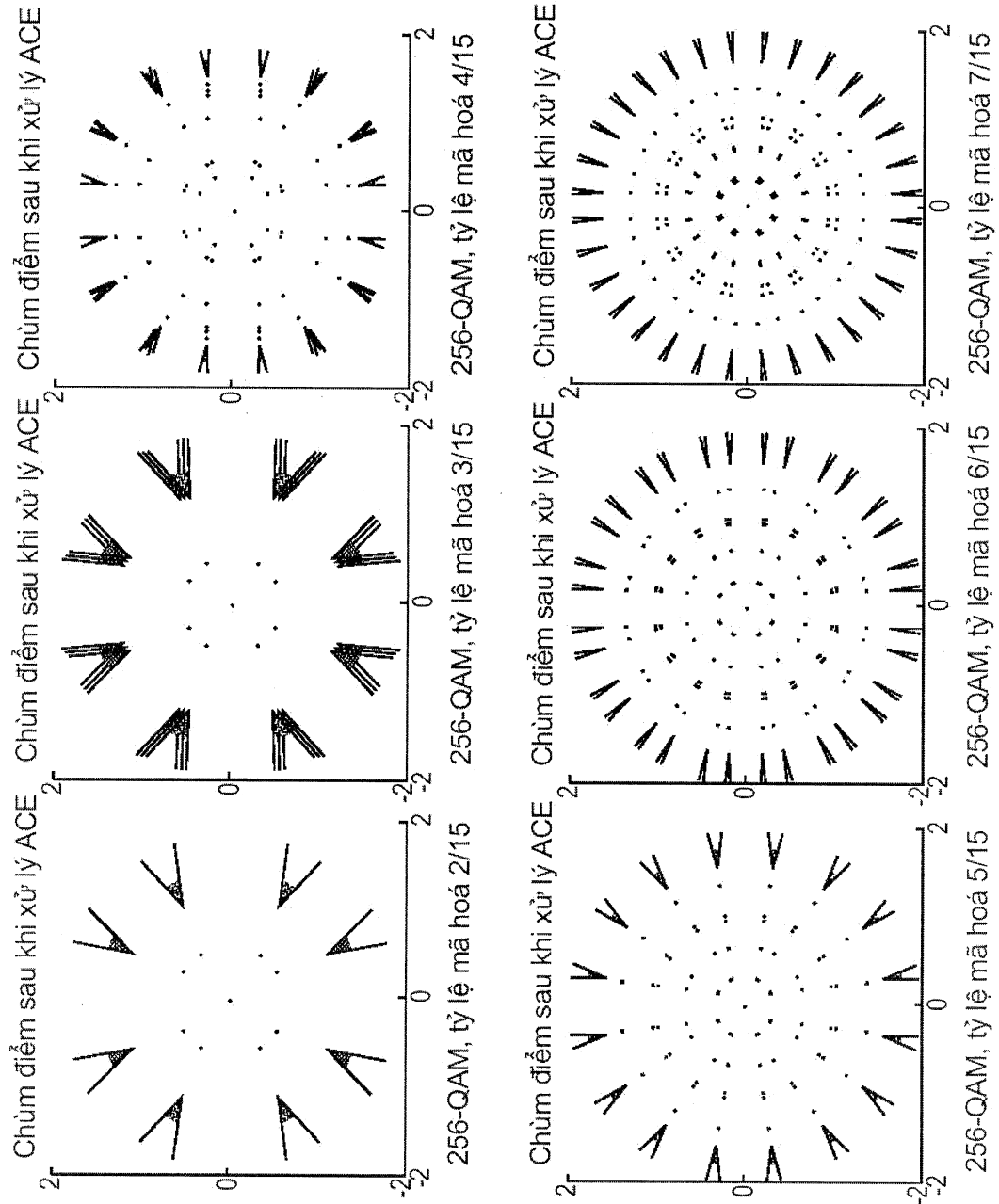


FIG. 20