

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Nói chung, sáng chế liên quan đến quá trình truyền thông không đồng bộ trong hệ thống truyền thông không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các hệ thống đa truy cập phân tần trực giao (orthogonal frequency division multiple access-OFDMA)/đa truy cập phân tần đơn sóng mang (Single Carrier- Frequency Division Multiple Access-SC-FDMA) được phổ biến ngày nay. Thông thường, trong hệ thống OFDMA, mỗi tín hiệu của vài người dùng khác nhau (nghĩa là, các thực thể muốn truyền thông trong hệ thống truyền thông) sẽ được gán một hoặc nhiều sóng mang phụ duy nhất. Mỗi sóng mang phụ được tạo ra và được phát theo cách mà cho phép tất cả sóng mang phụ cần được phát một cách đồng thời mà không gây nhiễu cho nhau. Do đó, các dòng thông tin độc lập có thể được điều biến trên mỗi sóng mang phụ nhờ đó mỗi sóng mang phụ này có thể mang các thông tin độc lập từ bộ phát đến một hoặc nhiều bộ thu.

Các hệ thống OFDMA/SC-FDMA thông thường sử dụng dạng xung hình chữ nhật, nghĩa là tần số hình sinc, mà có búp bên cao. Kết quả là, có các yêu cầu đồng bộ nghiêm ngặt để duy trì tính trực giao. Quá trình phát tín hiệu sớm định thời cần đến việc đa truy cập đồng bộ, gây ra tổng phí. Tổng phí này gia tăng với nhiều bộ phát, mà xem xét trong các ứng dụng như quá trình truyền thông dạng máy trong đó nhiều máy truyền thông với trạm cơ sở. Hơn nữa, OFDMA/SC-FDMA rất dễ không phù hợp với sự dịch tần số sóng mang (carrier frequency offset-CFO) giữa các thiết bị điện tử khác nhau.

Một cách để tránh các nhược điểm nêu trên là sử dụng kỹ thuật dồn kênh phân tần trực giao/điều biến biên độ vuông góc bù (Orthogonal Frequency Division Multiplexing/Offset Quadrature Amplitude Modulation-OFDM/OQAM), mà đã trở nên phổ biến trong quá trình truyền thông không dây hiện nay. Tuy nhiên, việc sử dụng OFDM/OQAM có các phát sinh như tỷ lệ năng lượng đỉnh từ thấp đến trung bình (peak to average power ratio-PAPR), quá trình phát đa đầu vào-đa đầu ra (Multiple-Input Multiple-Output-MIMO) và các đuôi miền thời gian.

Do đó, vẫn có nhu cầu về hệ thống mà có được các ưu điểm của OFDMA/ SC-FDMA như dạng sóng lõi của nó và có khả năng truyền thông không đồng bộ.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp phát dữ liệu trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm bước tạo ra tín hiệu tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị điện tử. Phương pháp này bao gồm bước lọc tín hiệu mà tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị điện tử bằng bộ lọc tạo dạng phổ để làm giảm sự rò rỉ búp bên trong dải tần liền kề để tạo ra tín hiệu được lọc. Phương pháp này bao gồm bước phát tín hiệu được lọc đến bộ thu trong hệ thống truyền thông trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch được ghép nối với bộ thu, khe thời gian được xác định một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác truyền thông với bộ thu.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị điện tử để phát dữ liệu trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị điện tử này bao gồm bộ điều biến vận hành để tạo ra tín hiệu tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị điện tử. Thiết bị điện tử này bao gồm bộ lọc tạo dạng phổ vận hành để lọc tín hiệu mà tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị điện tử để làm giảm sự rò rỉ búp bên trong dải tần liền kề để

tạo ra tín hiệu được lọc. Thiết bị điện tử này bao gồm bộ phát vận hành để phát tín hiệu được lọc đến bộ thu trong hệ thống truyền thông trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch được ghép nối với bộ thu, khe thời gian được xác định một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác truyền thông với bộ thu.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất phương pháp thu quá trình phát dữ liệu trong hệ thống truyền thông không dây. Phương pháp này bao gồm bước thu tín hiệu tương ứng với nhiều tín hiệu được điều biến, mỗi tín hiệu trong số nhiều tín hiệu được điều biến tương ứng với thiết bị điện tử duy nhất. Phương pháp này bao gồm bước lọc tín hiệu thu được bằng nhiều bộ lọc, mỗi phương pháp trong số các phương pháp này được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng trong thiết bị điện tử tương ứng để thu được tín hiệu được lọc đối với thiết bị điện tử tương ứng. Phương pháp này bao gồm bước thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh (FFT) vận hành trên tín hiệu được lọc để thu được dữ liệu giải điều biến tương ứng với thiết bị điện tử tương ứng.

Theo phương án khác, sáng chế đề xuất thiết bị để thu quá trình phát dữ liệu trong hệ thống truyền thông không dây. Thiết bị này bao gồm ít nhất một thiết bị xử lý được tạo cấu hình để thu tín hiệu tương ứng với nhiều tín hiệu được điều biến, mỗi tín hiệu trong số nhiều tín hiệu được điều biến tương ứng với thiết bị điện tử duy nhất. Ít nhất một thiết bị xử lý được tạo cấu hình để lọc tín hiệu thu được bằng nhiều bộ lọc, mỗi bộ lọc được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng trong thiết bị điện tử tương ứng để thu được tín hiệu được lọc đối với thiết bị điện tử tương ứng. Ít nhất một thiết bị xử lý được tạo cấu hình để thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh (FFT) vận hành trên tín hiệu được lọc để thu được dữ liệu giải điều biến tương ứng với thiết bị điện tử tương ứng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để hiểu đầy đủ hơn sáng chế và các ưu điểm của sáng chế, hãy đọc phần mô tả sau kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó các số chỉ dẫn tương tự biểu thị các bộ phận tương tự và trong đó:

Fig.1 minh hoạ hệ thống truyền thông làm ví dụ dùng cho quá trình truyền thông không đồng bộ theo một phương án;

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B minh hoạ các thiết bị làm ví dụ mà có thể thực hiện quá trình truyền thông không đồng bộ theo một phương án;

Fig.3 minh hoạ ví dụ về hình học tô pô hoặc hệ thống thực hiện quá trình truyền thông không đồng bộ theo một phương án;

Fig.4 minh hoạ tác dụng lấy mẫu xuống trên phổ của tín hiệu dải thông;

Fig.5 minh hoạ ví dụ về hình học tô pô hoặc hệ thống thực hiện quá trình truyền thông không đồng bộ theo phương án khác;

Fig.6 minh hoạ ví dụ về hình học tô pô hoặc hệ thống thực hiện quá trình truyền thông không đồng bộ theo phương án khác nữa;

Các hình vẽ Fig.7 đến Fig.9 minh hoạ đường cong BLER đối với các điều kiện khác nhau so với OFDMA không đồng bộ;

Fig.10 minh hoạ lưu đồ của phương pháp vận hành thiết bị điện tử theo một phương án; và

Fig.11 minh hoạ lưu đồ của phương pháp vận hành bộ thu theo một phương án.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig.1 minh hoạ hệ thống truyền thông làm ví dụ 100. Nói chung, hệ thống 100 cho phép nhiều người dùng không dây hoặc có dây phát và thu dữ liệu và nội dung khác. Hệ thống 100 có thể thực hiện một hoặc nhiều

phương pháp truy cập kênh, như đa truy cập phân mã (code division multiple access-CDMA), đa truy cập phân thời (time division multiple access-TDMA), đa truy cập phân tần (frequency division multiple access-FDMA), FDMA trực giao (orthogonal FDMA-OFDMA) hoặc FDMA đơn sóng mang (single-carrier FDMA-SC-FDMA).

Trong ví dụ này, hệ thống truyền thông 100 gồm có các thiết bị điện tử (electronic device-ED) 110a-110c, mạng truy cập sóng vô tuyến (radio access network-RAN) 120a-120b, mạng lõi 130, mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (public switched telephone network-PSTN) 140, Internet 150 và các mạng khác 160. Trong khi số lượng nhất định của các thành phần hoặc phần tử này được thể hiện trên Fig.1, số lượng bất kỳ của các thành phần hoặc phần tử này có thể được bao gồm trong hệ thống 100.

Các ED 110a-110c được tạo cấu hình để vận hành và/hoặc truyền thông trong hệ thống 100. Ví dụ, các ED 110a-110c được tạo cấu hình để phát và/hoặc thu qua các kênh truyền thông không dây hoặc có dây. Mỗi ED 110a-110c biểu diễn thiết bị người dùng đầu cuối thích hợp bất kỳ và có thể gồm có các thiết bị này (hoặc có thể được dùng để chỉ) như dụng cụ/thiết bị người dùng (user equipment-UE), bộ phát/thu không dây (wireless transmit/receive unit-WTRU), trạm di động, bộ thuê bao cố định hoặc di động, điện thoại di động, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant-PDA), điện thoại thông minh, máy tính xách tay, máy tính, bàn di chuột, cảm biến không dây hoặc thiết bị điện tử người tiêu dùng.

Các RAN 120a-120b trong bản mô tả này lần lượt gồm có các trạm cơ sở 170a-170b. Mỗi trạm cơ sở 170a-170b được tạo cấu hình để giao diện không dây với một hoặc nhiều ED 110a-110c để cho phép truy cập vào mạng lõi 130, PSTN 140, Internet 150 và/hoặc các mạng khác 160. Ví dụ, các trạm cơ sở 170a-170b có thể gồm có (hoặc là) một hoặc nhiều trong số vài thiết bị đã được biết đến, như trạm thu phát cơ sở (base transceiver

station-BTS), Node-B (NodeB), NodeB tiến hoá (evolved NodeB-eNodeB), Home NodeB, Home eNodeB, bộ điều khiển vị trí, điểm truy cập (access point-AP) hoặc bộ định tuyến không dây. Các ED 110a-110c được tạo cấu hình để giao diện và truyền thông với internet 150 và có thể truy cập mạng lõi 130, PSTN 140 và/hoặc các mạng khác 160.

Theo phương án được thể hiện trên Fig.1, trạm cơ sở 170a tạo thành một phần RAN 120a, mà có thể gồm có các trạm cơ sở khác, các phần tử và/hoặc thiết bị khác. Ngoài ra, trạm cơ sở 170b tạo thành một phần RAN 120b, mà có thể gồm có các trạm cơ sở khác, các phần tử và/hoặc thiết bị khác. Mỗi trạm cơ sở 170a-170b vận hành để phát và/hoặc thu các tín hiệu không dây trong vùng hoặc khu vực địa lý cụ thể, đôi khi được dùng để chỉ “ngăn”. Theo một số phương án, kỹ thuật đa đầu vào-đa đầu ra (MIMO) có thể được dùng có nhiều bộ thu-phát đối với mỗi ngăn.

Các trạm cơ sở 170a-170b truyền thông với một hoặc nhiều ED 110a-110c qua một hoặc nhiều giao diện không khí 190 sử dụng các liên kết truyền thông không dây. Các giao diện không khí 190 có thể sử dụng kỹ thuật truy cập sóng vô tuyến thích hợp bất kỳ.

Dự định rằng hệ thống 100 có thể sử dụng chức năng truy cập đa kênh, gồm có các sơ đồ như được mô tả trên đây. Theo các phương án cụ thể, các trạm cơ sở và các ED thực hiện LTE, LTE-A, và/hoặc LTE-B. Tất nhiên, nhiều sơ đồ truy cập và giao thức truy cập khác có thể được sử dụng.

Các RAN 120a-120b truyền thông với mạng lõi 130 để tạo ra các ED 110a-110c với giọng nói, dữ liệu, ứng dụng, truyền giọng nói qua giao thức Internet (Voice over Internet Protocol-VoIP) hoặc các dịch vụ khác. Có thể hiểu rằng, các RAN 120a-120b và/hoặc mạng lõi 130 có thể trong quá trình truyền thông trực tiếp hoặc gián tiếp với một hoặc nhiều RAN khác (không được thể hiện trên hình vẽ). Mạng lõi 130 cũng có thể phục vụ như truy cập cổng đối với các mạng khác (như PSTN 140, Internet 150 và các mạng khác 160). Ngoài ra, một vài hoặc tất cả ED 110a-110c có thể gồm có chức

năng truyền thông với các mạng không dây khác nhau qua các liên kết không dây khác nhau sử dụng các kỹ thuật và/hoặc giao thức không dây khác nhau. Thay cho truyền không không dây (hoặc thêm vào đó), các ED có thể truyền thông qua các kênh truyền không có dây với nhà cung cấp dịch vụ hoặc công tắc (không được thể hiện trên hình vẽ) và với internet 150.

Mặc dù Fig.1 minh họa một ví dụ về hệ thống truyền thông, có thể tạo ra các thay đổi khác nhau đối với Fig.1. Ví dụ, hệ thống truyền thông 100 có thể gồm có số lượng ED bất kỳ, các trạm cơ sở, các mạng hoặc các thành phần khác trong cấu hình thích hợp bất kỳ.

Các hình vẽ Fig.2A và Fig.2B minh họa các thiết bị làm ví dụ mà thực hiện các phương pháp và nội dung theo sáng chế. Cụ thể là, Fig.2A minh họa ED 110 làm ví dụ và Fig.2B minh họa trạm cơ sở 170 làm ví dụ. Các thành phần này có thể được sử dụng trong hệ thống 100 hoặc trong hệ thống thích hợp khác bất kỳ.

Như được thể hiện trên Fig.2A, ED 110 gồm có ít nhất một bộ xử lý 200. Bộ xử lý 200 thực hiện các vận hành xử lý khác nhau của ED 110. Ví dụ, bộ xử lý 200 có thể thực hiện việc mã hoá tín hiệu, xử lý dữ liệu, điều khiển năng lượng, xử lý đầu vào/đầu ra hoặc chức năng khác bất kỳ cho phép ED 110 vận hành trong hệ thống 100. Bộ xử lý 200 cũng hỗ trợ các phương pháp và nội dung được mô tả chi tiết hơn trên đây. Mỗi bộ xử lý 200 gồm có thiết bị xử lý hoặc thiết bị tính toán thích hợp bất kỳ được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều vận hành. Mỗi bộ xử lý 200 có thể, ví dụ gồm có bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu số, mảng công lập trình trường hoặc mạch tích hợp đặc hiệu ứng dụng.

ED 110 cũng gồm có ít nhất một bộ thu-phát 202. Bộ thu-phát 202 được tạo cấu hình để điều biến dữ liệu hoặc nội dung khác cần phát bởi ít nhất một anten hoặc NIC (Network Interface Controller-Bộ điều khiển giao diện mạng) 204. Bộ thu-phát 202 cũng được tạo cấu hình để giải điều

biến dữ liệu hoặc nội dung khác thu được bởi ít nhất một anten 204. Mỗi bộ thu-phát 202 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để tạo ra các tín hiệu cần cho quá trình phát không dây hoặc có dây và/hoặc các tín hiệu xử lý thu được theo cách không dây hoặc có dây. Mỗi anten 204 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để phát và/hoặc thu các tín hiệu không dây hoặc có dây. Một hoặc nhiều bộ thu-phát 202 có thể được sử dụng trong ED 110 và một hoặc nhiều anten 204 có thể được sử dụng trong ED 110. Mặc dù được thể hiện như bộ chức năng đơn, bộ thu-phát 202 cũng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng ít nhất một bộ phát và ít nhất một bộ thu riêng rẽ.

ED 110 còn gồm có một hoặc nhiều thiết bị đầu vào/đầu ra 206 hoặc các giao diện (như giao diện có dây với internet 150). Các thiết bị đầu vào/đầu ra 206 tạo thuận lợi cho tương tác với người dùng hoặc các thiết bị khác (quá trình truyền thông mạng) trong mạng. Mỗi thiết bị đầu vào/đầu ra 206 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để cung cấp thông tin đến hoặc thu/cung cấp thông tin từ người dùng, như loa phóng thanh, micrô, bộ phím, bàn phím, màn hình hiển thị hoặc màn hình cảm ứng, gồm có các quá trình truyền thông giao diện mạng.

Ngoài ra, ED 110 gồm có ít nhất một bộ nhớ 208. Bộ nhớ 208 lưu giữ các hướng dẫn và dữ liệu được sử dụng, được tạo ra hoặc được gom bởi ED 110. Ví dụ, bộ nhớ 208 có thể lưu giữ các hướng dẫn phần mềm hoặc phần sụn được thực hiện bởi (các) bộ xử lý 200 và dữ liệu được sử dụng để làm giảm hoặc loại trừ nhiễu trong các tín hiệu đến. Mỗi bộ nhớ 208 gồm có (các) thiết bị lưu giữ và tìm kiếm bay hơi và/hoặc không bay hơi thích hợp bất kỳ. Dạng bộ nhớ thích hợp bất kỳ có thể được sử dụng, như bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random access memory-RAM), bộ nhớ chỉ đọc (read only memory-ROM), đĩa cứng, đĩa quang, thẻ mô đun nhận diện thuê bao (subscriber identity module-SIM), gậy bộ nhớ, thẻ nhớ kỹ thuật số bảo mật (secure digital-SD) và tương tự.

Như được thể hiện trên Fig.2B, trạm cơ sở 170 gồm có ít nhất một bộ xử lý 250, ít nhất một bộ phát 252, ít nhất một bộ thu 254, một hoặc nhiều anten 256, ít nhất một bộ nhớ 258 và một hoặc nhiều thiết bị đầu vào/đầu ra hoặc các giao diện 266. Bộ lập lịch 253, mà sẽ được hiểu bởi chuyên gia trong ngành, được ghép nối với bộ xử lý 250. Bộ lập lịch 253 có thể được bao gồm trong hoặc được vận hành một cách riêng rẽ với trạm cơ sở 170. Bộ xử lý 250 thực hiện các vận hành xử lý khác nhau của trạm cơ sở 170, như mã hoá tín hiệu, xử lý dữ liệu, điều khiển năng lượng, xử lý đầu vào/đầu ra hoặc chức năng khác bất kỳ. Bộ xử lý 250 cũng có thể hỗ trợ các phương pháp và nội dung được mô tả chi tiết hơn trên đây. Mỗi bộ xử lý 250 gồm có thiết bị xử lý hoặc tính toán thích hợp bất kỳ được tạo cấu hình để thực hiện một hoặc nhiều vận hành. Mỗi bộ xử lý 250 có thể, ví dụ, gồm có bộ vi xử lý, bộ vi điều khiển, bộ xử lý tín hiệu số, mảng công lập trình trường hoặc mạch tích hợp đặc hiệu ứng dụng.

Mỗi bộ phát 252 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để tạo ra tín hiệu để truyền không dây hoặc có dây đến một hoặc nhiều ED hoặc các thiết bị khác. Mỗi bộ thu 254 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để xử lý tín hiệu thu được theo cách không dây hoặc có dây từ một hoặc nhiều ED hoặc các thiết bị khác. Mặc dù được thể hiện như các thành phần riêng rẽ, ít nhất một bộ phát 252 và ít nhất một bộ thu 254 có thể được tổ hợp vào bộ thu-phát. Mỗi anten 256 gồm có cấu trúc thích hợp bất kỳ để phát và/hoặc thu các tín hiệu không dây hoặc có dây. Trong khi anten 256 thông thường được thể hiện trong bản mô tả này khi được ghép nối với cả bộ phát 252 và bộ thu 254, một hoặc nhiều anten 256 có thể được ghép nối với (các) bộ phát 252 và một hoặc nhiều anten riêng rẽ 256 có thể được ghép nối với (các) bộ thu 254. Mỗi bộ nhớ 258 gồm có (các) thiết bị lưu giữ và truy tìm bay hơi và/hoặc không bay hơi thích hợp bất kỳ. Mỗi thiết bị đầu vào/đầu ra 266 tạo ưu điểm cho sự tương tác với người dùng của các thiết bị khác (quá trình truyền thông mạng) trong mạng. Mỗi thiết bị đầu vào/đầu ra 266 gồm

có cấu trúc thích hợp bất kỳ để cung cấp thông tin cho hoặc thu/cung cấp thông tin từ người dùng, gồm có các quá trình truyền thông giao diện mạng.

Phần mô tả chi tiết bổ sung liên quan đến các ED 110 và các trạm cơ sở 170 là đã biết đối với chuyên gia trong ngành. Do đó, phần mô tả chi tiết được bỏ qua trong bản mô tả này đối với mục đích rõ ràng.

Fig.3 minh họa ví dụ về hình học tô pô hoặc hệ thống 300 để phát không dây các dữ liệu theo phương án của sáng chế. Hệ thống 300 bao gồm nhiều thiết bị điện tử (ED) 302 đến 303 (ví dụ, ED #1 đến ED #K) và ít nhất một bộ thu 320. Theo một số phương án, mỗi thiết bị điện tử 302, 303 có thể bao gồm thiết bị điện tử 110 trên Fig.1 và bộ thu bộ thu 320 có thể bao gồm trạm cơ sở 170 trên Fig.1. Các kỹ thuật được mô tả trong bản mô tả này có thể được sử dụng cho hệ thống không đồng bộ trong đó bộ thu thu quá trình chồng chập tín hiệu không đồng bộ của các ED. Các kỹ thuật này cũng có thể được sử dụng cho hệ thống đồng bộ trong đó bộ thu thu quá trình chồng chập tín hiệu đồng bộ của các ED.

Mỗi ED 302, 303 bao gồm bộ điều biến OFDM 306, 307 tương ứng được tạo cấu hình để thu các dữ liệu 304, 305 tương ứng và bộ lọc tạo dạng phổ 308, 309 tương ứng. Dữ liệu 304, 305 có thể là trình tự dữ liệu điều biến và các bộ điều biến OFDM 306, 307 gồm có các khối biến đổi Fourier nhanh nghịch đảo (inverse fast Fourier transform-IFFT). Các bộ điều biến OFDM 306, 307 cũng có thể gồm có bộ sinh tiền tố vòng (CP) tương ứng (không được thể hiện trên hình vẽ).

Trong khi vận hành, mỗi ED 302, 303 sinh ra tín hiệu được điều biến của nó (mà là kết quả của vận hành IFFT trên trình tự dữ liệu điều biến) tương ứng với khối tài nguyên được gán của nó. Khối tài nguyên là nhóm phần tử tài nguyên. Mỗi phần tử tài nguyên tương ứng với sóng mang phụ đặc hiệu trong ký hiệu OFDM đặc hiệu. Ví dụ, khối tài nguyên trong LTE được xác định là nhóm gồm $12 \times 14 = 168$ phần tử tài nguyên (ví dụ, 12 sóng

mang liên tiếp trong 14 ký hiệu OFDM liên tiếp). Tín hiệu có thể là tín hiệu OFDM, tín hiệu DFTS-OFDM hoặc tín hiệu khác. Sau đó, mỗi ED 302, 303 đi qua tín hiệu OFDM của nó qua bộ lọc tạo dạng phổ 308, 309 được thiết kế thích hợp của nó để loại trừ sự rò rỉ búp bên với các thiết bị điện tử liền kề trong tần số. Chuyên gia trong ngành sẽ đánh giá cao rằng mặc dù tham chiếu được thực hiện để loại trừ búp bên, các phương pháp và hệ thống được mô tả cũng sẽ có thể áp dụng nếu bộ lọc làm giảm hoặc làm suy yếu mạnh các búp bên. Việc lọc làm cho tín hiệu của mỗi ED được định vị trong tần số. Các ED được gán để là cạnh nhau trong mỗi tần số do đó mỗi tín hiệu sau khi lọc được định vị đến mức nhất định sao cho lượng nhiễu mà các ED gây ra với nhau có thể không đáng kể.

Để minh họa, bộ lọc tạo dạng phổ 308 được định tâm ở khối tài nguyên được gán của ED #1, băng thông của nó bằng với tổng chiều rộng của các khối tài nguyên được gán cho ED #1 và khoảng thời gian của nó bằng với một nửa ký hiệu OFDM. Tương tự, bộ lọc tạo dạng phổ 309 được định tâm ở khối tài nguyên được gán của ED #K, băng thông của nó bằng với tổng chiều rộng của các khối tài nguyên được gán cho ED #K và khoảng thời gian của nó bằng với một nửa ký hiệu OFDM.

Bộ lọc tạo dạng phổ 308, 309 tạo ra sự loại trừ rò rỉ búp bên rõ rệt sao cho các thiết bị điện tử 302, 303 không gây nhiễu với nhau trong quá trình phát không đồng bộ. Là ví dụ minh họa, bộ lọc tạo dạng phổ 308 có thể là bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (finite impulse response-FIR) hoặc bộ lọc thích hợp khác.

Mỗi ED 302, 303 bắt đầu phát tại thời điểm bất kỳ-không nhất thiết phải được đồng bộ hoá với các ED. Tuy nhiên, bộ thu 320 cần phải biết khi nào xảy ra quá trình phát.

Các tín hiệu được điều biến được phát bởi mỗi ED trong số các ED 302, 303 truyền qua các kênh truyền thông và thu được ở bộ thu 320 và tổ hợp, sao cho bộ thu 320 thu tín hiệu tổ hợp 310. Như được minh họa, tín

hiệu thu được 310 được truyền qua các chuỗi vận hành K tương ứng với các ED 302, 303 K. Đầu ra của mỗi chuỗi (ví dụ, 334, 335) là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng.

Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_i^*(-n)$, mà được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng được sử dụng ở ED #i. Vai trò của việc lọc thích ứng này là gấp hai lần: thứ nhất, nó loại bỏ sự đóng góp của các ED khác ra khỏi tín hiệu 310. Việc này đảm bảo rằng bộ thu OFDM (nghĩa là, khối FFT đến sau trong chuỗi), không bị nhiễu bất kỳ từ các ED lân cận. Thứ hai, việc lọc thích ứng làm tối đa tỷ lệ tín hiệu-nhiều thu được của ED #i.

Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_1^*(-n)$ 322, mà được làm thích ứng với bộ lọc 308 được sử dụng ở ED #1 302. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_K^*(-n)$ 323, mà được làm thích ứng với bộ lọc 309 được sử dụng ở ED #K 303.

Quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian mỗi ED mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian. Ví dụ, ở đầu ra của quá trình lọc được mô tả trên đây, của sơ vận hành được dịch chuyển một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng. Sự dịch chuyển theo thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ ED #i cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_i(n) \triangleq h_i(n) * h_i^*(-n)$, nghĩa là thời gian trễ của nút mạnh nhất của nó, mà thường là nút giữa. Các đuôi bắt đầu và kết thúc của tín hiệu, do bộ lọc toàn trình $g_i(n)$, được cắt cụt.

Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có sự đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo

thời gian 324. Tại đầu ra của bộ lọc 322, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED #1 302). Sự dịch chuyển thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ của ED #1 302 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_1(n) \triangleq h_1(n) * h_1^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được bù trễ

được chia thành các ký hiệu OFDM và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bằng khối loại bỏ tiền tố vòng 326. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có sự đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện tại khối đồng bộ hoá theo thời gian 325. Tại đầu ra của bộ lọc 323, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED #K 303). Sự dịch chuyển theo thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ của ED #K 303 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_K(n) \triangleq h_K(n) * h_K^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được bù trễ được chia thành các ký hiệu OFDM và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bằng khối loại bỏ tiền tố vòng 327.

Quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc lấy mẫu xuống mà được thực hiện ở khối lấy mẫu xuống. Ví dụ, mỗi ký hiệu OFDM được lấy mẫu xuống với phân tử N/N_i , trong đó N là cỡ biến đổi Fourier nhanh (FFT) của mỗi ký hiệu OFDM của ED và $N_i \triangleq 2^{\lceil \log_2 M_i \rceil}$, với M_i là số

sóng mang phụ được gán cho ED #i. Do đó, mỗi ký hiệu OFDM thu được có các mẫu N_i . Việc lấy mẫu xuống được thực hiện với mục đích giảm tính phức tạp của bộ thu. Phân tử lấy mẫu xuống được chọn để đáp ứng tiêu chuẩn lấy mẫu Nyquist để cấu trúc lại, với sự hạn chế của N_i là năng lượng bằng 2 để cho phép FFT sau đó.

Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc lấy mẫu xuống mà được thực hiện ở khối lấy mẫu xuống 328. Tương tự, quá

trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc lấy mẫu xuống mà được thực hiện ở khối lấy mẫu xuống 329.

Quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc xác định tỷ lệ để tính toán tác dụng lấy mẫu xuống và tín hiệu theo tỷ lệ được truyền qua khối FFT điểm N_i (ví dụ, FFT “ngắn”) để biến đổi mỗi ký hiệu thành miền tần số. Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc xác định tỷ lệ của tín hiệu lấy mẫu xuống để tính toán tác dụng lấy mẫu xuống và tín hiệu theo tỷ lệ được truyền qua khối FFT 330 điểm N_1 . Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc xác định tỷ lệ của tín hiệu lấy mẫu xuống để tính toán tác dụng lấy mẫu xuống và được truyền qua khối 331 FFT điểm N_K .

Quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng mà được thực hiện ở khối dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng để tính toán việc lấy mẫu xuống của các tín hiệu dải thông. Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có sự dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng mà được thực hiện ở khối dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng 332. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có sự dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng mà được thực hiện ở khối dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng 333. Đầu ra của mỗi chuỗi (ví dụ, 334, 335) là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng.

Mặc dù Fig.3 minh họa một ví dụ về hệ thống 300 dùng cho quá trình phát không dây dữ liệu theo phương án của sáng chế, có thể tạo ra các thay đổi khác nhau đối với Fig.3. Ví dụ, các thành phần khác nhau trên Fig.3 có thể được tổ hợp, các thành phần được chia nhỏ thêm, được chuyển động hoặc được bỏ qua và bổ sung có thể được bổ sung theo các nhu cầu cụ thể. Ngoài ra, hệ thống 300 có thể gồm có số lượng bất kỳ của mỗi thành phần được thể hiện trên Fig.3.

Fig.4 minh hoạ tác dụng lấy mẫu xuống trên phổ của tín hiệu dải thông, trong đó phổ của tín hiệu dải thông được minh hoạ ở 402. Tín hiệu dải thông được lặp lại trong tần số $1/T_s$ được minh hoạ ở 404. Như được minh hoạ ở 406, phổ của tín hiệu lấy mẫu xuống với tốc độ lấy mẫu $1/T_s$ có thể là phiên bản được dịch chuyển theo vòng của phổ ban đầu phụ thuộc vào phổ được chiếm giữ bởi tín hiệu dải thông và tốc độ lấy mẫu xuống. Vai trò của sự dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng được minh hoạ trên Fig.3 là để bù đối với tác dụng này, do tín hiệu OFDM của ED #i trên Fig.3 là dải thông, nói chung.

Mặc dù Fig.4 minh hoạ một ví dụ về tác dụng lấy mẫu xuống trên phổ của tín hiệu dải thông, các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra đối với Fig.4. Ví dụ, phổ của tín hiệu dải thông và tốc độ lấy mẫu $1/T_s$ là chỉ đối với mục đích minh hoạ.

Fig.5 minh hoạ ví dụ khác về hình học tô pô hoặc hệ thống 500 dùng cho quá trình phát không dây dữ liệu theo phương án của sáng chế. Hệ thống 500 bao gồm nhiều thiết bị điện tử 302 đến 303 (ví dụ, ED #1 đến ED #K) trên Fig.3 và ít nhất một bộ thu 520. Sự khác nhau giữa ví dụ này và ví dụ được minh hoạ trên Fig.3 là ở chỗ trong ví dụ này, không có việc lấy mẫu xuống, không có FFT ngán và không có sự dịch chuyển sóng mang phụ dạng vòng. Để thay thế, FFT cỡ toàn phần được thực hiện đối với mỗi ED.

Các tín hiệu được điều biến được phát bởi các ED 302, 303 được tổ hợp sao cho bộ thu 520 thu tín hiệu tổ hợp 310. Như được minh hoạ, tín hiệu thu được 310 được truyền qua các chuỗi vận hành K tương ứng với các ED 302, 303 K. Đầu ra của mỗi chuỗi là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng (ví dụ, 534, 535).

Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_i^*(-n)$, mà được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng được sử dụng ở ED #i. Ví dụ, quá trình

vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_1^*(-n)$ 522, mà được làm thích ứng với bộ lọc 308 được sử dụng ở ED #1 302. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_K^*(-n)$ 523, mà được làm thích ứng với bộ lọc 309 được sử dụng ở ED #K 303.

Sự vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian đối với mỗi ED mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian. Ví dụ, tại đầu ra của việc lọc được mô trên đây, cửa sổ vận hành được dịch chuyển một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng. Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian 524. Tại đầu ra của bộ lọc 522, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED #1 302). Sự dịch chuyển theo thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ ED #1 302 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_1(n) \triangleq h_1(n) * h_1^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được bù trễ được chia thành các ký hiệu OFDM và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bởi khối loại bỏ tiền tố vòng 526.

Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian 525. Tại đầu ra của bộ lọc 523, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED #K 303). Sự dịch chuyển theo thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ của ED #K 303 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_K(n) \triangleq h_K(n) * h_K^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được

bù trễ được chia thành các ký hiệu OFDM và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bởi khối loại bỏ tiền tố vòng 527.

Quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có FFT cỡ toàn phần được thực hiện đối với mỗi ED ở khối FFT để biến đổi mỗi ký hiệu thành miền tần số. Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần ở khối FFT 530 sau khi tiền tố vòng được loại bỏ. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần ở khối FFT 531 sau khi tiền tố vòng được loại bỏ. Đầu ra của mỗi chuỗi (ví dụ, 534, 535) là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng.

Mặc dù Fig.5 minh họa một ví dụ về hệ thống 500 dùm cho quá trình phát không dây dữ liệu theo phương án của sáng chế, có thể tạo ra các thay đổi khác nhau đối với Fig.5. Ví dụ, các thành phần khác nhau trên Fig.5 có thể được tổ hợp, các thành phần có thể được chia nhỏ nữa, được chuyển động hoặc được bỏ qua và bổ sung có thể được bổ sung theo các nhu cầu cụ thể. Ngoài ra, hệ thống 500 có thể gồm có số lượng bất kỳ của mỗi thành phần được thể hiện trên Fig.5.

Fig.6 minh họa ví dụ khác về hình học tập ô hoặc hệ thống 600 dùng cho quá trình phát không dây dữ liệu theo phương án của sáng chế. Hệ thống 600 bao gồm nhiều thiết bị điện tử 302 đến 303 (ví dụ, ED #1 đến ED #K) trên Fig.3 và ít nhất một bộ thu 620. Sự khác nhau giữa ví dụ này và ví dụ được minh họa trên Fig.5 là ở chỗ trong ví dụ này, chỉ có FFT cỡ toàn phần đơn lẻ được thực hiện ở bộ thu 620.

Các tín hiệu được điều biến được phát bởi các ED 302, 303 được tổ hợp sao cho bộ thu 620 thu tín hiệu tổ hợp 310. Như được minh họa, tín hiệu thu được 310 được truyền qua chuỗi vận hành K tương ứng với các ED 302, 303 K. Đầu ra của mỗi chuỗi là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng (ví dụ, 634, 635).

Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_i^*(-n)$, mà được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng được sử dụng ở ED # i . Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_1^*(-n)$ 622, mà được làm thích ứng với bộ lọc 308 được sử dụng ở ED #1 302. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc lọc, trong đó tín hiệu thu được 310 được truyền qua bộ lọc $h_K^*(-n)$ 623, mà được làm thích ứng với bộ lọc 309 được sử dụng ở ED # K 303.

Quá trình vận hành bộ thu chuỗi thứ i gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian đối với mỗi ED mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian. Ví dụ, tại đầu ra của bộ lọc được mô tả trên đây, cửa sổ vận hành được dịch chuyển một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng. Để minh hoạ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian 624. Tại đầu ra của bộ lọc 622, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED #1 302). Sự dịch chuyển theo thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ của ED #1 302 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_1(n) \triangleq h_1(n) * h_1^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được bù trễ được chia thành các ký hiệu OFDM, và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bởi khối loại bỏ tiền tố vòng 626

Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc đồng bộ hoá theo thời gian mà được thực hiện ở khối đồng bộ hoá theo thời gian 625. Tại đầu ra của bộ lọc 623, tín hiệu được bù trễ thu được bằng cách dịch chuyển cửa sổ vận hành một cách thích hợp để được đồng bộ hoá theo thời gian với ED tương ứng (ví dụ, ED # K 303). Sự dịch chuyển theo

thời gian thích hợp gồm có thời gian trễ của ED #K 303 cùng với thời gian trễ tổ hợp của bộ lọc toàn trình $g_K(n) \triangleq h_K(n) * h_K^*(-n)$. Sau đó, tín hiệu được bù trễ được chia thành các ký hiệu OFDM và tiền tố vòng (CP) được loại bỏ ra khỏi mỗi ký hiệu OFDM thu được bởi khối loại bỏ tiền tố vòng 627. Các đầu ra của các khối loại bỏ tiền tố vòng 626, 627 được lấy tổng số để tạo thành đầu ra tổ hợp 628.

Quá trình vận hành bộ thu gồm có FFT cỡ toàn phần đơn lẻ được thực hiện ở khối FFT để biến đổi mỗi ký hiệu thành miền tần số. Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần đơn lẻ trên ký hiệu được loại bỏ tiền tố vòng tổ hợp ở khối FFT 630. Tương tự, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ K gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần đơn lẻ trên ký hiệu được loại bỏ tiền tố vòng tổ hợp ở khối FFT 630. Đầu ra của mỗi chuỗi (ví dụ, 634, 635) là trình tự được giải điều biến của ED tương ứng.

Mặc dù Fig.6 minh họa một ví dụ về hệ thống 600 dùng cho quá trình phát không dây dữ liệu theo phương án của sáng chế, các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra đối với Fig.6. Ví dụ, các thành phần khác nhau trên Fig.6 có thể được tổ hợp, các thành phần được chia nhỏ hơn, được chuyển động hoặc được bỏ qua và bổ sung có thể được bổ sung theo các nhu cầu cụ thể. Ngoài ra, hệ thống 600 có thể gồm có số lượng bất kỳ của mỗi thành phần được thể hiện trên Fig.6.

Các hình vẽ Fig.7 đến Fig.9 minh họa đường cong tần suất lỗi khối (Block Error Rate-BLER) đối với các điều kiện khác nhau bằng cách sử dụng hệ thống OFDMA/SC-FDMA không đồng bộ được đề xuất so với sử dụng OFDMA đồng bộ. Fig.7 minh họa tính năng BLER của hệ thống OFDMA/SC-FDMA không đồng bộ được đề xuất với Kỹ thuật khoá dịch chuyển pha vuông góc (Quadrature Phase Shift Keying-QPSK) và tỷ lệ sửa lỗi trước (Forward Error Correction-FEC) $\frac{1}{2}$ qua kênh Tạp âm Gaussian

trắng cộng sinh (Additive White Gaussian Noise-AWGN). Như được minh hoạ trên Fig.7, OFDMA không đồng bộ hầu như thể hiện cùng tính năng BLER như OFDMA đồng bộ đối với QPSK.

Fig.8 minh hoạ tính năng BLER của hệ thống OFDMA/SC-FDMA không đồng bộ được đề xuất với tỷ lệ 16QAM và FEC $\frac{1}{2}$ qua kênh AWGN. Như được minh hoạ, sự mất tính năng là nhỏ hơn 0,05dB đối với 16QAM.

Fig.9 minh hoạ tính năng BLER của hệ thống OFDMA/SC-FDMA không đồng bộ được đề xuất với tỷ lệ 64QAM và FEC $\frac{1}{2}$ qua kênh AWGN. Như được minh hoạ trên Fig.9, sự mất tính năng là nhỏ hơn 0,2dB đối với 64QAM.

Khi đạt đến các kết quả được minh hoạ trên các hình vẽ Fig.7 đến Fig.9, hệ thống OFDMA không đồng bộ quá trình truyền thông lên được mô phỏng bằng cách sử dụng sơ đồ được đề xuất trong kịch bản trong đó ba ED truyền thông với bộ thu. Ba khối tài nguyên được gán cho mỗi ED và một sóng mang phụ bảo vệ được bảo tồn giữa mỗi cặp ED mà liền kề trong tần số. Bộ lọc FIR được sử dụng với khoảng thời gian $T/2$, trong đó T là khoảng thời gian ký hiệu OFDM mà không có CP. Cỡ ED FFT là $N=1024$ và cỡ FFT bộ thu là $N_i=64$, $1 \leq i \leq 3$. Băng thông phát là 10MHz và các tín hiệu được truyền qua kênh Tạp âm Gaussian trắng cộng sinh (AWGN) với thời gian trễ ngẫu nhiên được phân bố đồng nhất giữa 0 và T .

Đối với mục đích so sánh, bộ thu được biến đổi cũng được mô phỏng trong đó đầu ra của khối đồng bộ hoá theo thời gian đối với mỗi ED được bổ sung với nhau và truyền qua bộ giải điều biến OFDM đơn lẻ với cỡ FFT 1024 (như được minh hoạ trên Fig.6). Kết quả mô phỏng đối với mỗi mức điều biến cũng được thể hiện trên các hình vẽ Fig.7 đến Fig.9 như “lọc, tạo khoảng trống 1 S_{ber}, FFT đơn lẻ”. Như được minh hoạ, bộ thu này có khe tính năng mà đáng kể hơn đối với các mức điều biến cao hơn. Mất tính năng là do nhiễu trong ED dư mà còn lại trong tín hiệu được giải điều biến sau khi vận hành FFT đơn lẻ. Việc này minh hoạ lợi ích của quá trình xử lý

ED riêng rẽ trong bộ giải mã OFDMA/SC-FDMA không đồng bộ được đề xuất như tương phản với vận hành FFT đơn lẻ.

Fig.10 là lưu đồ minh hoạ phương pháp 1000 vận hành thiết bị điện tử theo các phương án theo sáng chế mà có thể được thực hiện, ví dụ, bởi thiết bị điện tử như thiết bị điện tử 110 trên Fig.1 hoặc các thiết bị điện tử 302, 303 trên các hình vẽ Fig.3, Fig.5 và Fig.6.

Phương pháp 1000 gồm có việc tạo ra tín hiệu tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị không dây, ở bước 1002. Ví dụ, mỗi ED 302, 303 tạo ra tín hiệu được điều biến của nó (mà là kết quả của quá trình vận hành IFFT trên trình tự dữ liệu điều biến) tương ứng với khối tài nguyên được gán của nó.

Phương pháp 1000 gồm có việc lọc tín hiệu mà tương ứng với các khối tài nguyên được gán cho thiết bị không dây bộ lọc tạo dạng phổ và tạo ra tín hiệu được lọc mà loại trừ rò rỉ búp bên đến thiết bị không dây thứ hai liền kề với thiết bị không dây trong tần số, ở bước 1004. Ví dụ, mỗi ED 302, 303 truyền tín hiệu OFDM của nó qua bộ lọc tạo dạng phổ 308, 309 được thiết kế một cách thích hợp của nó để loại trừ rò rỉ búp bên đến các thiết bị điện tử liền kề trong tần số.

Phương pháp 1000 gồm có việc phát tín hiệu được lọc đến bộ thu trong hệ thống truyền thông không dây trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch được ghép nối với bộ thu, khe thời gian được xác định một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác truyền thông với bộ thu, ở bước 1006. Theo một phương án, tín hiệu được lọc được phát bằng tham chiếu đồng bộ. Trong một ví dụ, tham chiếu đồng bộ là khuôn mẫu đã biết mà cho phép bộ phát và bộ thu tự đồng bộ hoá. Trong ví dụ khác, các thông tin đồng bộ hoá từ nguồn thành viên thứ ba có thể được sử dụng để đồng bộ hoá ED với bộ thu. Ví dụ, tín hiệu được điều biến được phát bởi ED 302 trên Fig.3 được phát đến bộ thu 320 trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch 253. Khe thời gian được cung cấp đến ED 302 được xác định

một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác (ví dụ, ED 303) truyền thông với bộ thu 320. Tương tự, tín hiệu được điều biến được phát bởi ED 303 trên Fig.3 được phát đến bộ thu 320 trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch 253. Khe thời gian được cung cấp đến ED 303 được xác định một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác (ví dụ, ED 302) truyền thông với bộ thu 320. Do tín hiệu được lọc được phát bởi mỗi ED 302, 303 được phát đến bộ thu 320 trong khe thời gian được cung cấp bởi bộ lập lịch 253 mà được xác định một cách độc lập với các thiết bị điện tử khác truyền thông với bộ thu và do tín hiệu được lọc được phát bởi mỗi ED 302, 303 làm giảm hoặc loại trừ rò rỉ búp bên trong dải tần liền kề, tổng phí so với phát tín hiệu định thời sớm có thể được giảm.

Mặc dù Fig.10 minh họa một ví dụ về phương pháp 1100 vận hành thiết bị điện tử theo các phương án theo sáng chế, có thể tạo ra các thay đổi khác nhau đối với Fig.10. Ví dụ, trong khi được thể hiện như một dãy gồm các bước, các bước khác nhau trên Fig.10 có thể chồng lấp, xảy ra song song, xảy ra theo thứ tự khác nhau hoặc xảy ra số lần bất kỳ.

Fig.11 là lưu đồ minh họa phương pháp 1100 vận hành bộ thu theo các phương án theo sáng chế mà có thể được thực hiện, ví dụ, bởi trạm cơ sở như trạm cơ sở 170 trên Fig.1 hoặc bộ thu 620 trên Fig.6.

Phương pháp 1100 gồm có việc thu tín hiệu tương ứng với nhiều tín hiệu được điều biến, mỗi tín hiệu trong số nhiều tín hiệu được điều biến tương ứng với thiết bị điện tử duy nhất, ở bước 1102. Ví dụ, tín hiệu thu được 310, mà tương ứng với các tín hiệu được điều biến được phát bởi ED bất kỳ trong số các ED 302, 303 thu được ở bộ thu 320.

Phương pháp 1100 gồm có việc lọc tín hiệu thu được bằng bộ lọc mà được làm thích ứng với bộ lọc tương ứng trong thiết bị điện tử tương ứng để thu được tín hiệu được lọc đối với thiết bị điện tử tương ứng, ở bước 1104. Ví dụ, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc lọc

tín hiệu thu được 310 bằng bộ lọc $h_1^*(-n)$ 322, mà được làm thích ứng với bộ lọc 308 được sử dụng ở ED #1 302.

Phương pháp 1100 gồm có việc thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh (FFT) vận hành trên tín hiệu được lọc để thu được dữ liệu giải điều biến tương ứng với thiết bị điện tử tương ứng, ở bước 1106. Ví dụ, như được minh hoạ trên Fig.3, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ i gồm có việc xác định tỷ lệ để tính toán đối với tác dụng lấy mẫu xuống và tín hiệu được xác định tỷ lệ được truyền qua khối FFT điểm N_i (ví dụ, FFT “ngắn”) để biến đổi mỗi ký hiệu thành miền tần số. Là ví dụ khác, như được minh hoạ trên Fig.5, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần ở khối FFT 530 sau khi tiền tố vòng được loại bỏ. Là ví dụ khác nữa, như được minh hoạ trên Fig.6, quá trình vận hành bộ thu của chuỗi thứ nhất gồm có việc thực hiện FFT cỡ toàn phần đơn lẻ trên đầu ra đồng bộ hoá theo thời gian tổ hợp với tiền tố vòng được loại bỏ ở khối FFT 630.

Mặc dù Fig.11 minh hoạ một ví dụ về phương pháp 1100 vận hành bộ thu theo các phương án theo sáng chế, các thay đổi khác nhau có thể được tạo ra đối với Fig.11. Ví dụ, trong khi được thể hiện như một dãy gồm các bước, các bước khác nhau trên Fig.11 có thể chồng lấp, xảy ra song song, xảy ra theo thứ tự khác nhau hoặc xảy ra số lần bất kỳ.

Theo một số phương án, một số hoặc tất cả các chức năng hoặc quy trình của một hoặc nhiều thiết bị được thực hiện hoặc được hỗ trợ bởi chương trình máy tính mà được tạo thành từ mã chương trình đọc được bằng máy tính và được bao gồm trong vật ghi đọc được bằng máy tính. Cụm từ “mã chương trình đọc được bằng máy tính” gồm có dạng mã máy tính bất kỳ, gồm có mã nguồn, mã đối tượng và mã có thể thực thi. Cụm từ “vật ghi đọc được bằng máy tính” gồm có dạng vật ghi bất kỳ có khả năng được truy cập bởi máy tính, như bộ nhớ chỉ đọc (ROM), bộ nhớ truy cập

ngẫu nhiên (RAM), ổ đĩa cứng, ổ đĩa compact (CD), đĩa video kỹ thuật số (DVD) hoặc dạng bộ nhớ khác bất kỳ.

Có thể là ưu điểm để đưa ra các định nghĩa về các từ và cụm từ nhất định được sử dụng trong toàn bộ bản mô tả này. Các thuật ngữ “gồm có” và “bao gồm” cũng như các phát sinh của chúng, có nghĩa là gồm có mà không hạn chế. Thuật ngữ “hoặc” có nghĩa là và/hoặc. Các cụm từ “kết hợp với” và “kết hợp vào đó” cũng như các phát sinh của chúng, có thể là bao gồm, được bao gồm trong, liên kết với, chứa, được chứa trong, kết nối tới hoặc với, ghép nối tới hoặc với, có thể truyền thông với, hợp tác với, xen kẽ, nhân ghép, ở khoảng gần với, được gắn kết tới hoặc với, có, có đặc tính của hoặc tương tự.

Mặc dù sáng chế đã được mô tả theo các phương án nhất định và thường là các phương pháp kết hợp, các thay đổi và hoán vị của các phương án và phương pháp này sẽ dễ hiểu đối với người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực tương ứng. Do đó, phần mô tả trên đây về các phương án làm ví dụ không xác định hoặc giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế. Các thay đổi, các thay thế và biến đổi khác cũng có thể không nằm ngoài bản chất kỹ thuật của sáng chế và phạm vi bảo hộ của sáng chế như được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền dữ liệu, phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi bộ nhận, tín hiệu ghép kênh phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, OFDM) được điều biến thứ nhất từ thiết bị điện tử không dây thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất; và

nhận, bởi bộ nhận, tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai từ thiết bị điện tử không dây thứ hai trên các kênh mang phụ thứ hai, trong đó các búp chính của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai có các băng thông trong miền tần số bằng các băng thông riêng rẽ được liên kết với các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai, và trong đó các búp bên của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai có các biên độ dưới ngưỡng bên ngoài các băng thông riêng rẽ của các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai.

2. Phương pháp theo điểm 1, phương pháp còn bao gồm bước nhận gán tài nguyên từ bộ lập lịch.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai là các tín hiệu OFDM tiền tố tuần hoàn (Cyclic Prefix OFDM, CP-OFDM).

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phiên truyền của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất không đồng bộ với phiên truyền của tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

5. Bộ nhận bao gồm:

bộ xử lý; và

vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến lưu trữ chương trình để thực thi bởi bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

nhận tín hiệu được điều biến OFDM thứ nhất từ thiết bị điện tử không dây thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất; và

nhận tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai trên thiết bị điện tử không dây thứ hai trên các kênh mang phụ thứ hai, trong đó các búp chính của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai có các băng thông trong miền tần số bằng các băng thông riêng rẽ được liên kết với các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai, và trong đó các búp bên của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai có các biên độ dưới ngưỡng bên ngoài các băng thông riêng rẽ của các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai.

6. Bộ nhận theo điểm 5, trong đó phiên truyền của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất không đồng bộ với phiên truyền của tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

7. Bộ nhận theo điểm 5, trong đó chương trình còn bao gồm các lệnh để nhận gán tài nguyên từ bộ lập lịch.

8. Bộ nhận theo điểm 5, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai là các tín hiệu CP-OFDM được lọc.

9. Phương pháp truyền dữ liệu, phương pháp bao gồm các bước:

truyền, bởi thiết bị điện tử không dây thứ nhất, tín hiệu được điều biến OFDM thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất, tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai đã được truyền trên các kênh mang phụ thứ hai bởi thiết bị

điện tử không dây thứ hai, trong đó các búp chính của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai có các băng thông trong miền tần số bằng các băng thông riêng rẽ được liên kết với các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai, và các búp bên với các biên độ dưới ngưỡng bên ngoài các băng thông riêng rẽ của các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất được truyền không đồng bộ với tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

11. Phương pháp theo điểm 9, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai là các tín hiệu CP-OFDM được lọc.

12. Phương pháp theo điểm 9, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất được tạo bằng cách áp dụng biến đổi Fourier nhanh ngược (Inverse Fast Fourier Transform, IFFT) cho dữ liệu.

13. Phương pháp theo điểm 9, trong đó phương pháp còn bao gồm bước:
lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất để làm tắt dần biên độ của các búp bên của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất dưới ngưỡng trước khi truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó việc lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm bước cục bộ hóa tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trong miền tần số.

15. Phương pháp theo điểm 13, trong đó việc lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm bước áp dụng bộ lọc tạo dạng phổ cho tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất.

16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bộ lọc tạo dạng phổ là bộ lọc đáp ứng xung hữu hạn (Finite Impulse Response, FIR).

17. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất mà không đồng bộ phiên truyền của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất với tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

18. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất đến bộ nhận được chỉ báo bởi bộ lập lịch.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm bước truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất không dựa vào thông tin đồng bộ từ bộ lập lịch.

20. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất bao gồm:

bộ xử lý; và

vật lưu trữ máy tính đọc được bất biến lưu trữ chương trình để thực thi bởi bộ xử lý, chương trình bao gồm các lệnh để:

truyền tín hiệu được điều biến OFDM thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất, tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai đã được truyền trên các kênh mang phụ thứ hai bởi thiết bị điện tử không dây thứ hai, trong đó các búp chính của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được

điều biến OFDM thứ hai có các băng thông trong miền tần số bằng các băng thông riêng rẽ được liên kết với các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai, và các búp bên có các biên độ dưới ngưỡng bên ngoài các băng thông riêng rẽ của các kênh mang phụ thứ nhất và các kênh mang phụ thứ hai.

21. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất được truyền không đồng bộ với tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

22. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất và tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai là các tín hiệu CP-OFDM được lọc.

23. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất được tạo bằng cách áp dụng IFFT cho dữ liệu.

24. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó chương trình còn bao gồm các lệnh để:

lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất để làm tắt dần biên độ của các búp bên của tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất dưới ngưỡng trước khi truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất.

25. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 24, trong đó các lệnh để lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm các lệnh để cục bộ hóa tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trong miền tần số.

26. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 24, trong đó các lệnh để lọc tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm các lệnh để áp dụng bộ lọc tạo dạng phổ cho tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất.

27. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 26, trong đó bộ lọc tạo dạng phổ là bộ FIR.

28. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất trên các kênh mang phụ thứ nhất mà không đồng bộ tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất có tín hiệu được điều biến OFDM thứ hai.

29. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 20, trong đó các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất đến bộ nhận được chỉ báo bởi bộ lập lịch.

30. Thiết bị điện tử không dây thứ nhất theo điểm 29, trong đó các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất bao gồm các lệnh để truyền tín hiệu được OFDM điều biến thứ nhất không dựa vào thông tin đồng bộ từ bộ lập lịch.

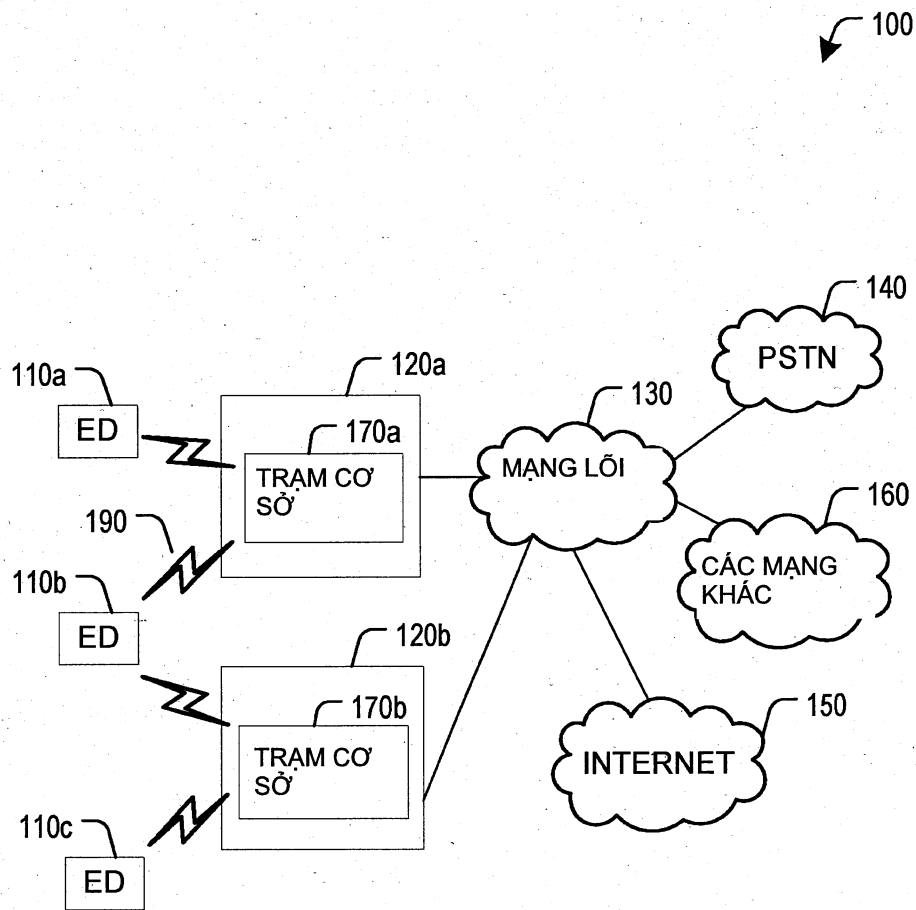


Fig.1

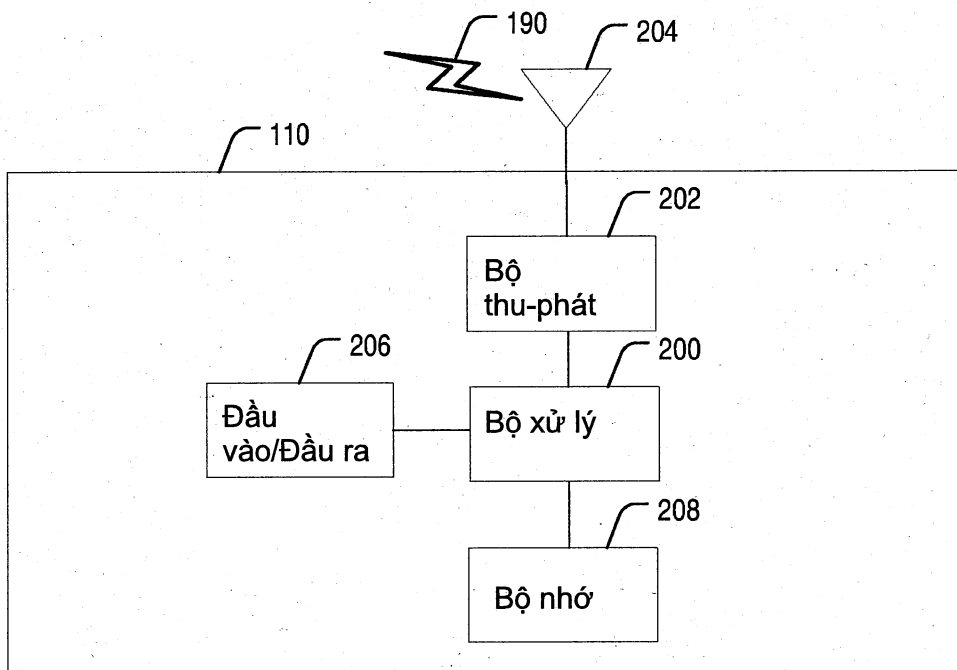


Fig.2A

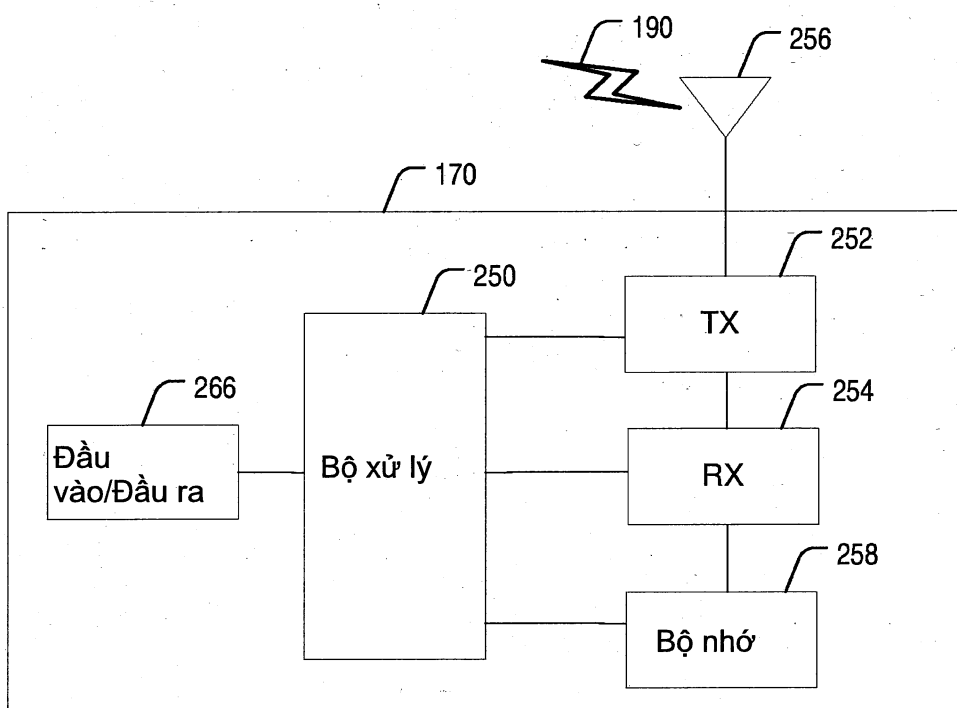


Fig.2B

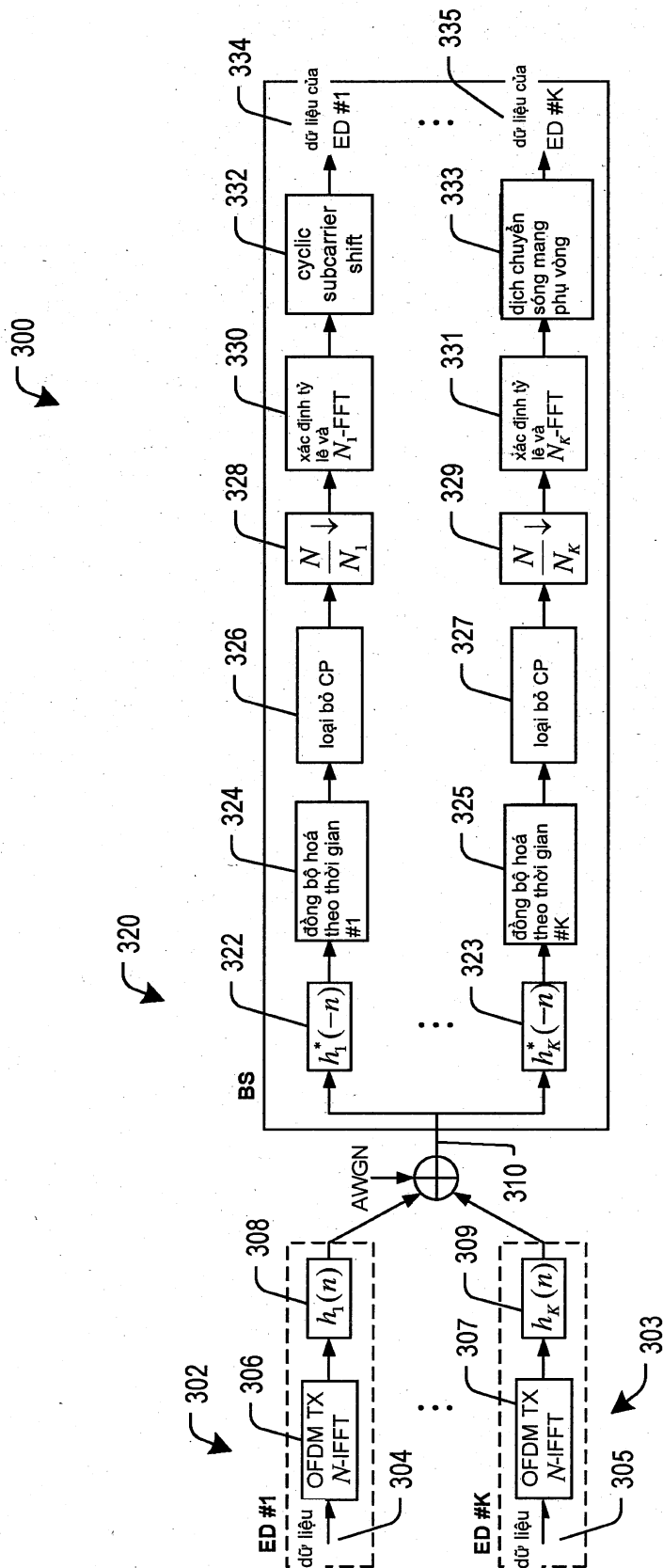
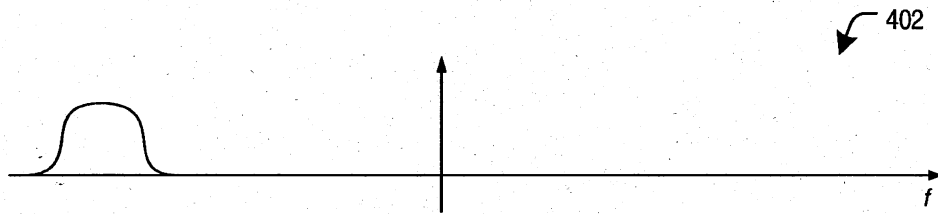


Fig.3



Phổ của tín hiệu giải thông

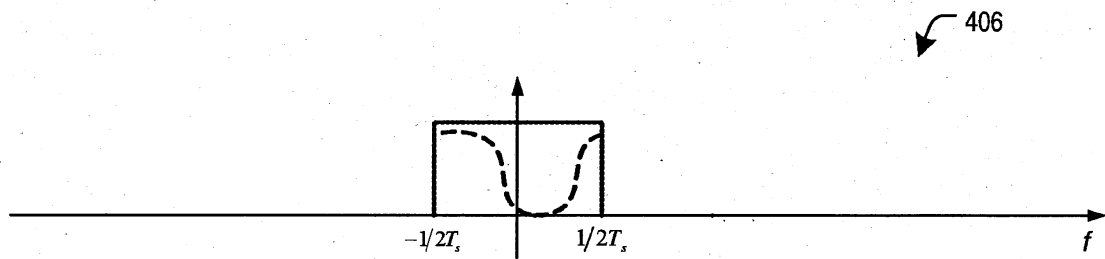
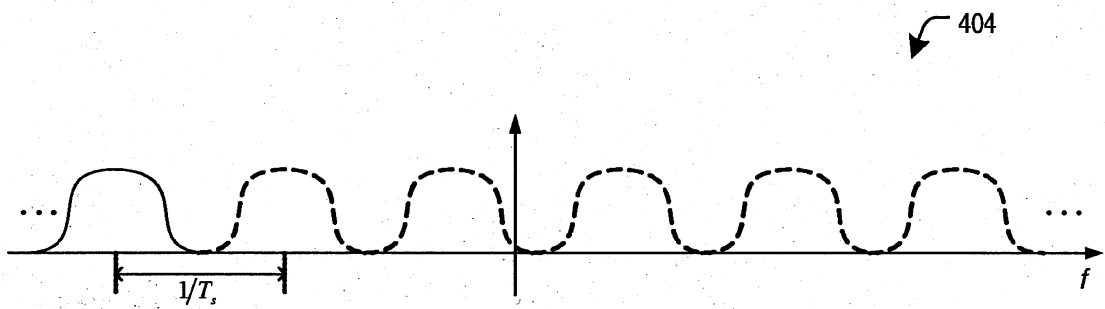
Phổ của tín hiệu sau khi lấy mẫu xuống với tốc độ lấy mẫu $1/T_s$

Fig.4

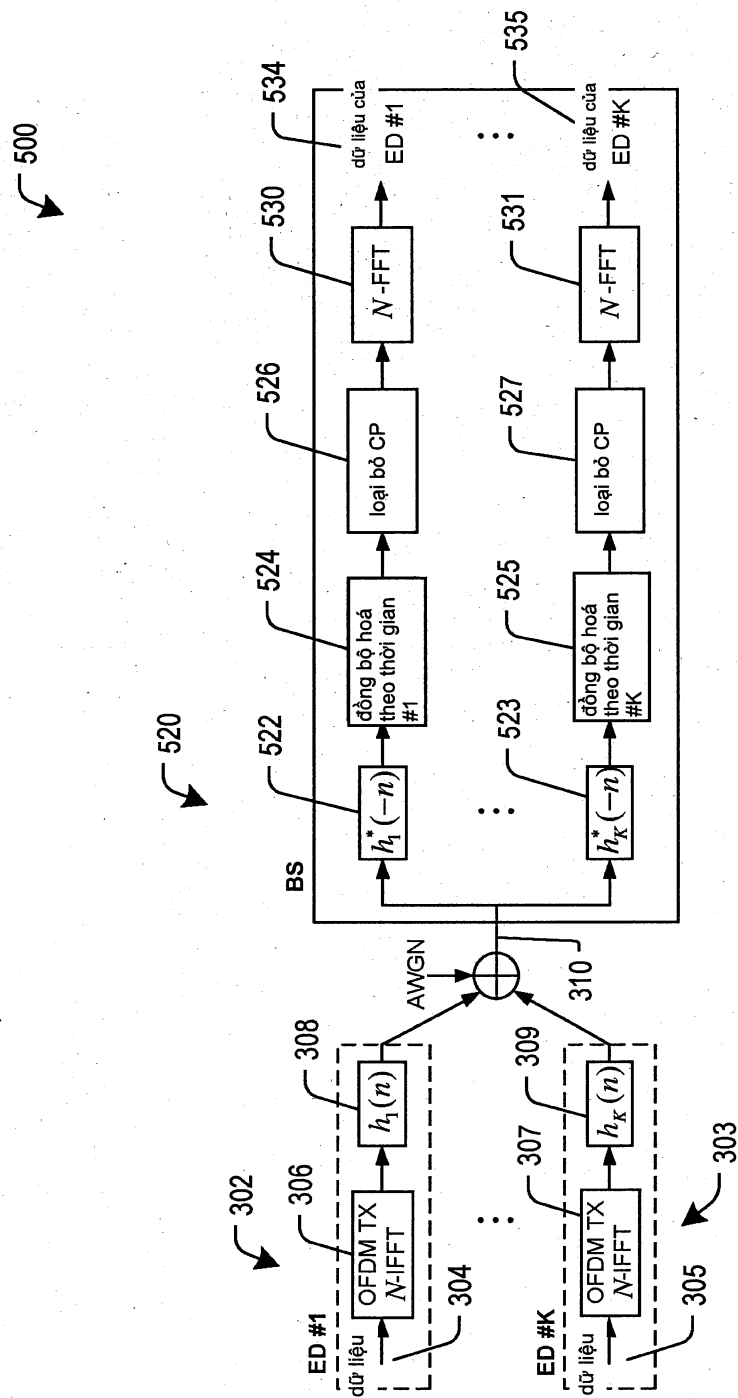


Fig.5

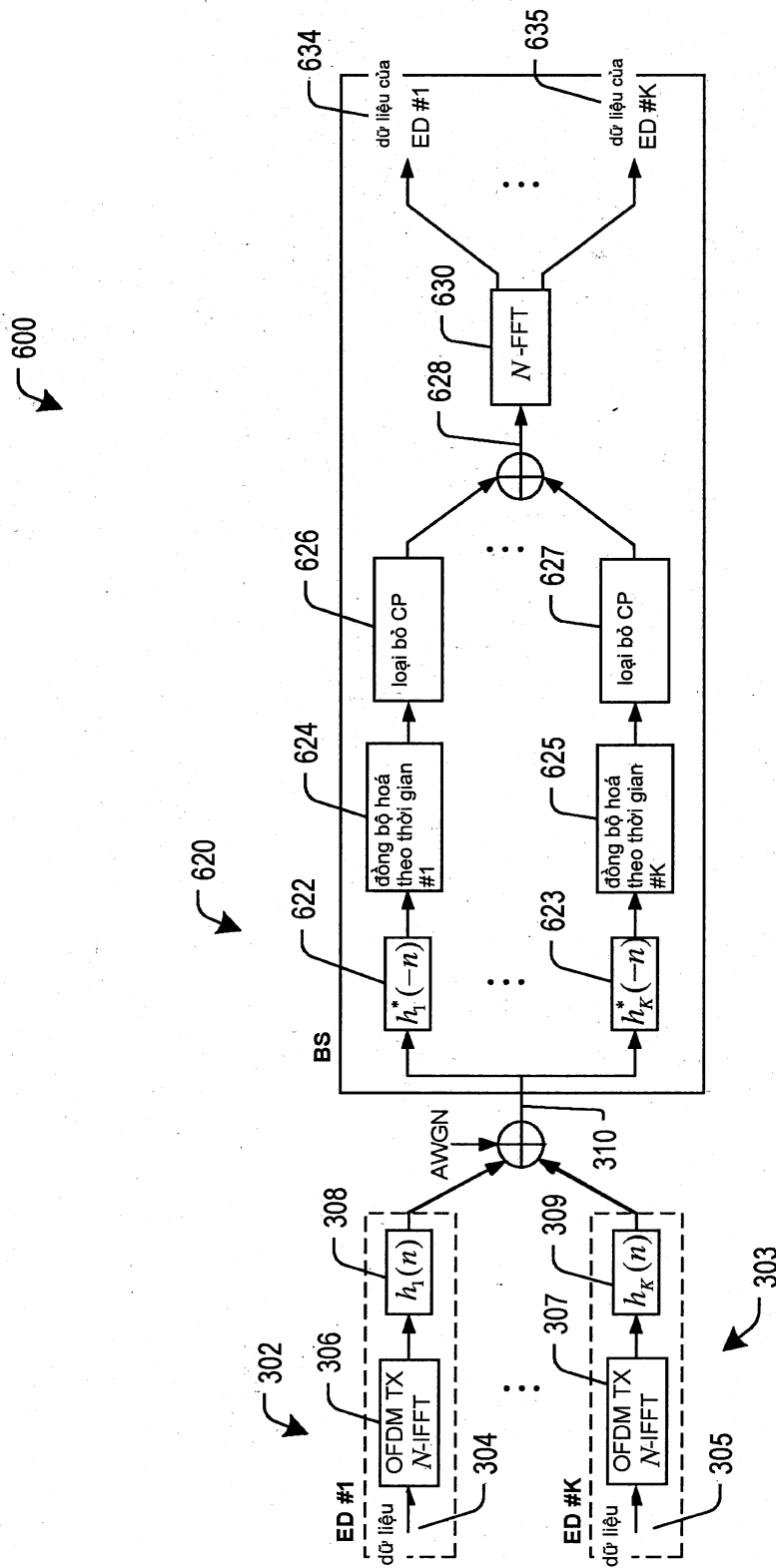


Fig. 6

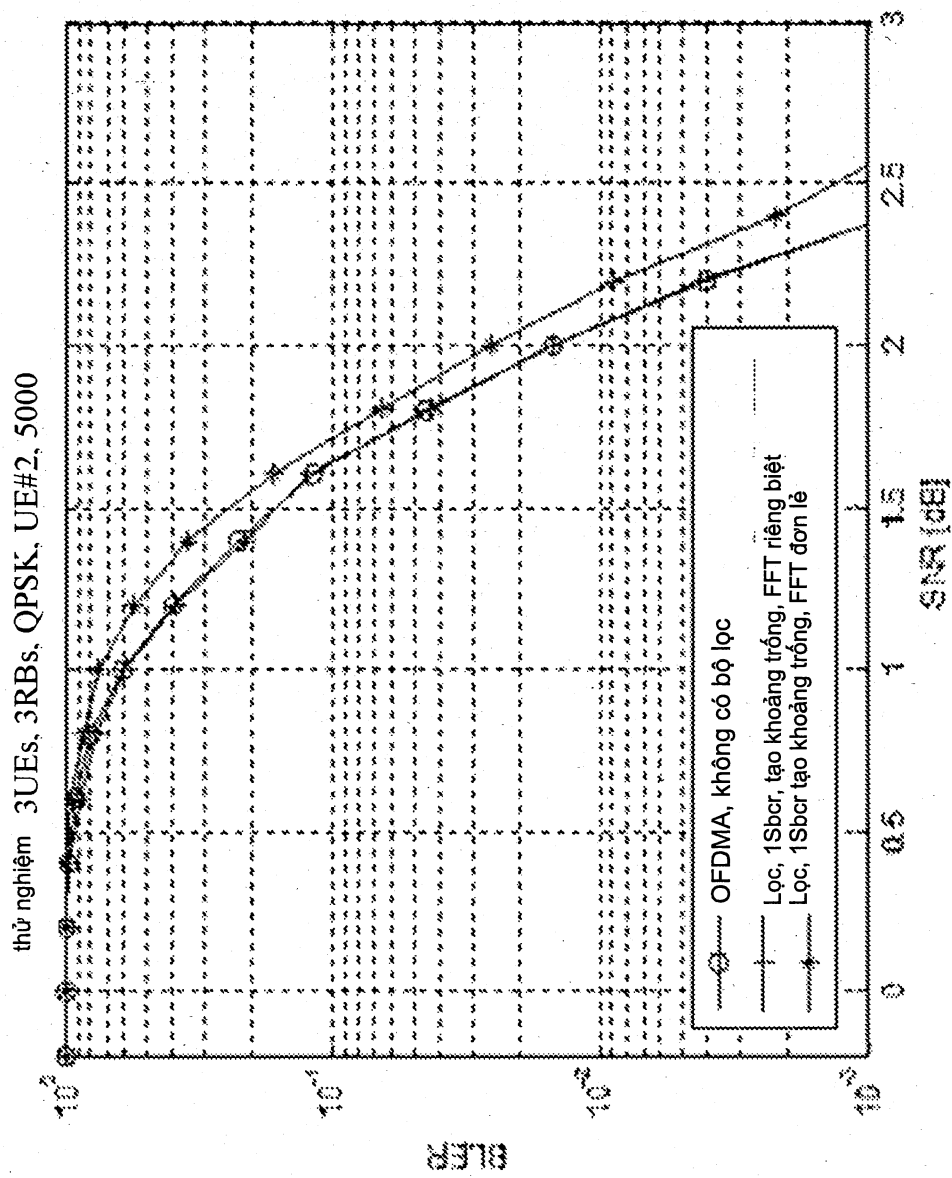


Fig.7

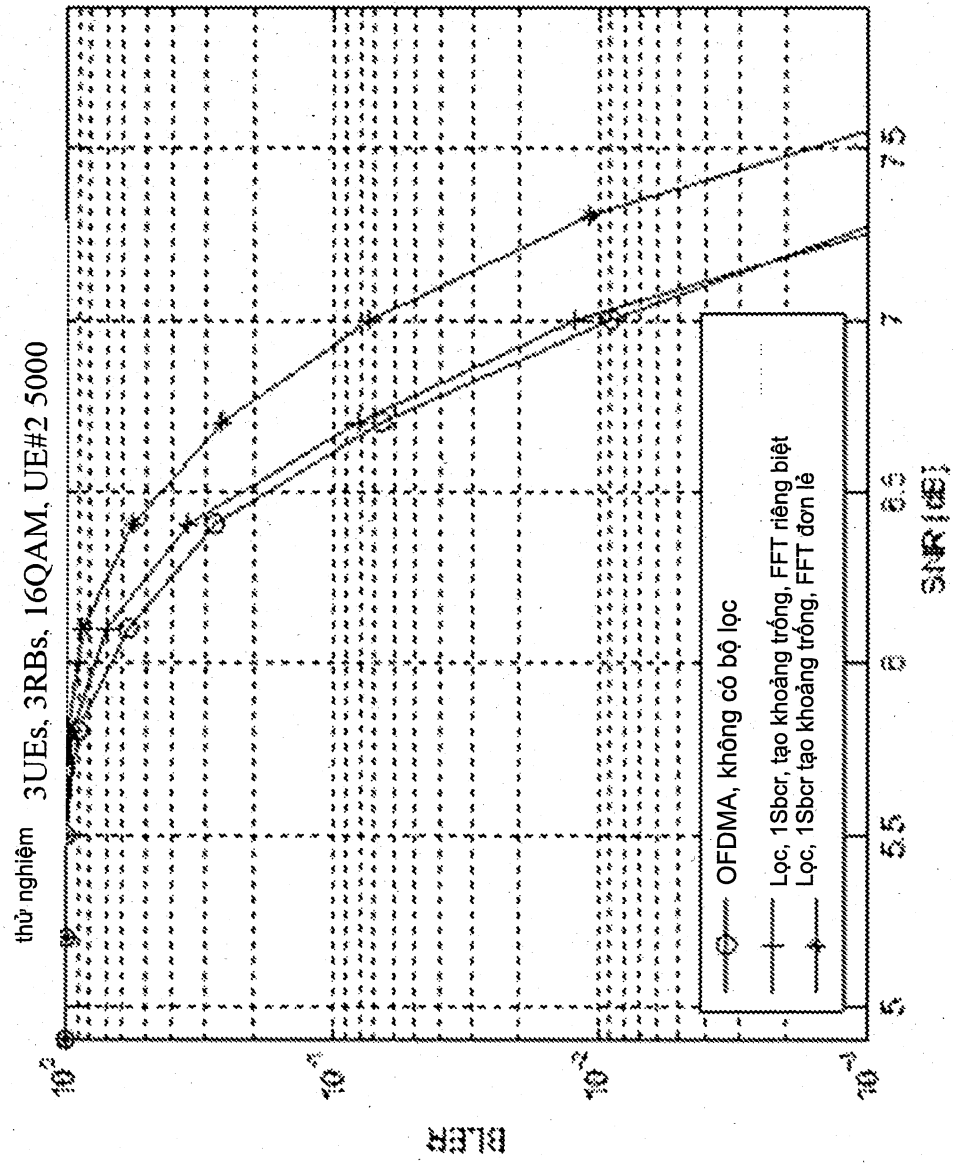


Fig.8

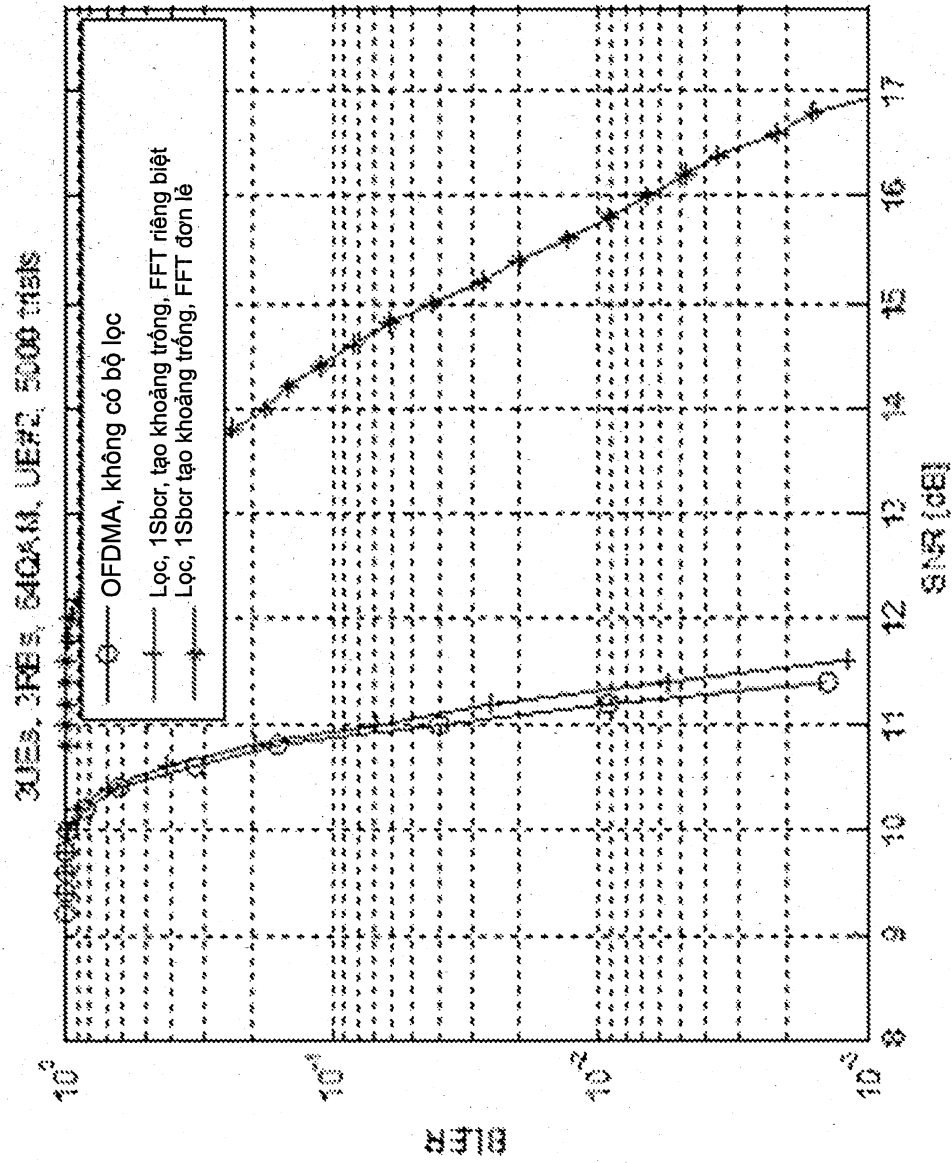


Fig.9

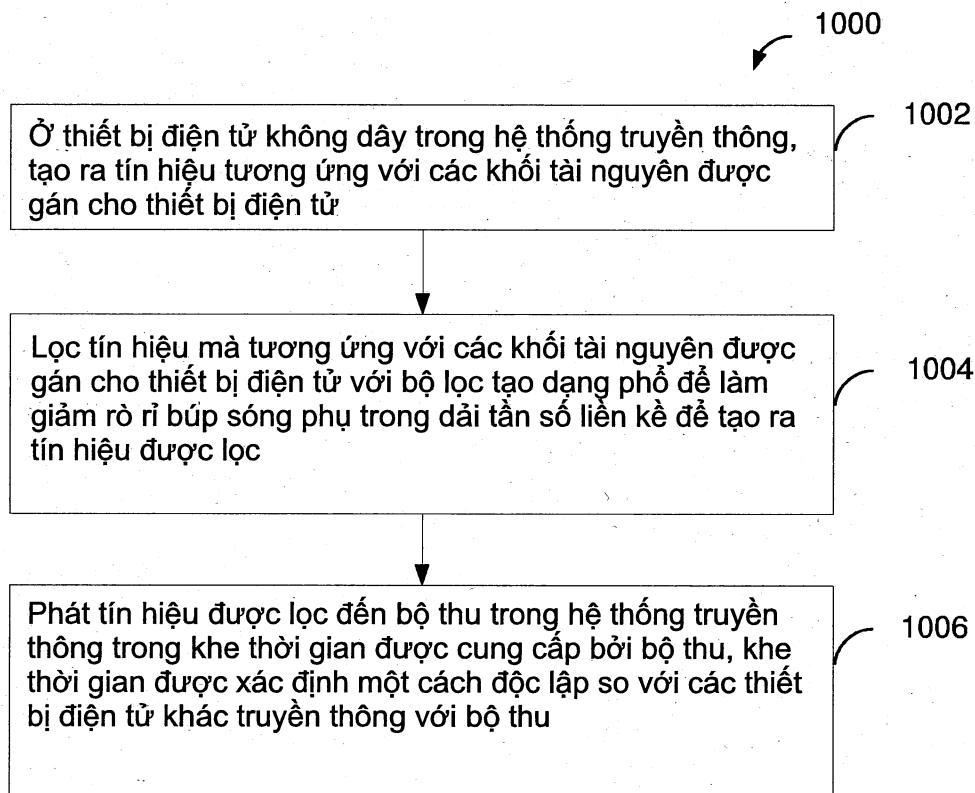


Fig.10

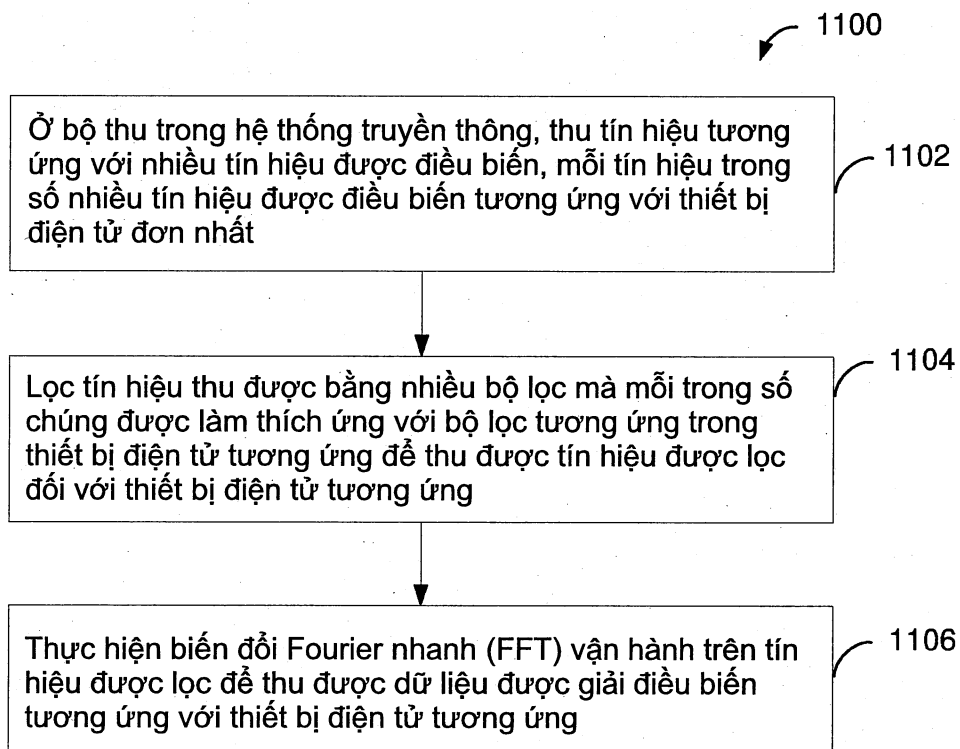


Fig.11