



(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)



1-0025361

(51)⁸ H04L 27/26 (2; H04L 5/00 (20

(13) B

(21) 1-2017-05199

(22) 26/05/2016

(86) PCT/CN2016/083487 26/05/2016

(87) WO2016/192576 08/12/2016

(30) 62/168,437 29/05/2015 US; 62/262,142 02/12/2015 US; 15/164,388 25/05/2016 US

(45) 25/09/2020 390

(43) 26/02/2018 359A

(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)

Huawei Administration Building, Bantian, Longgang, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) JIA, Ming (CA); MA, Jianglei (CA).

(74) Công ty Luật TNHH quốc tế BMVN (BMVN INTERNATIONAL LLC)

(54) PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH THIẾT BỊ TRONG MẠNG KHÔNG DÂY, THIẾT BỊ TRUYỀN VÀ THIẾT BỊ TRUYỀN THÔNG

(57) Sáng chế đề xuất các phương pháp, các thiết bị và các hệ thống để trải phổ và truyền dữ liệu trong hệ thống mạng truyền thông không dây sao cho các dạng sóng thu được được truyền có tỷ số công suất cực đại trên trung bình thấp và làm giảm thiểu các xung đột tín hiệu giữa các thiết bị khác nhau. Phương pháp để trải phổ và truyền dữ liệu bao gồm việc trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ thưa có các phần tử sóng mang con khác không cách đều nhau để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không cách đều nhau của chuỗi trải phổ; và việc truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này. Các chuỗi trải phổ khác nhau có thể được gán cho các thiết bị người dùng khác nhau. Các chuỗi trải phổ khác nhau này có thể khác nhau về mức độ thưa trong miền tần số, sơ đồ dạng thưa trong miền tần số hoặc độ dịch xung trong miền thời gian. Nhiều dòng dữ liệu trải phổ đa sóng mang có thể được nhận bởi nút mạng và được giải mã bằng cách sử dụng các kỹ thuật triệt can nhiễu nối tiếp (Successive Interference Cancellation-SIC).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến các kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo mã đa sóng mang (Multi-Carrier Code Division Multiple Access - MC-CDMA) đối với ghép kênh phân chia tần số trực giao (Orthogonal Frequency Division Multiplexing - OFDM) nói chung, và cụ thể là các phương án về các phương pháp và các hệ thống đối với OFDM sử dụng MC-CDMA với tỷ số công suất cực đại trên trung bình (Peak-to-Average Power Ratio - PAPR) đơn sóng mang.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

PAPR là sự suy xét quan trọng trong thiết kế dạng sóng đối với truyền thông không dây. Trong truyền thông không dây dựa trên tiến hoá dài hạn (Long Term Evolution - LTE), OFDM trải phổ dùng biến đổi Fourier rời rạc (Discrete Fourier Transform Spread OFDM - DFT-S-OFDM) đã được áp dụng làm sơ đồ đa truy nhập tuyến lên, chủ yếu là do nó có PAPR thấp hơn so với OFDM thông thường. PAPR thậm chí có thể quan trọng hơn trong các mạng tương lai hỗ trợ khả năng kết nối quy mô lớn, chẳng hạn như truyền thông dạng máy (Machine-Type Communication - MTC), máy đến máy (Machine-to-Machine - M2M), và Internet vạn vật (Internet of Things - IoT), trong đó các thiết bị có thể có nhiều hạn chế về mặt công suất và có thể yêu cầu tuổi thọ pin dài.

DFT-S-OFDM còn được gọi là đa truy nhập phân chia theo tần số đơn sóng mang (Single-Carrier Frequency Division Multiple Access - SC-FDMA), do mỗi tín hiệu băng con trải phổ DFT sử dụng dạng sóng đơn sóng mang được nhân chập dịch vòng. Nói cách khác, cần biết rõ rằng tín hiệu đơn sóng mang có PAPR thấp hơn so với tín hiệu OFDM thông thường, đặc biệt là đối với các điều chế bậc thấp hơn.

Đặc tính PAPR thấp hơn này của truyền dẫn đơn sóng mang đã được khai thác thêm bằng cách kết hợp điều chế QAM thông thường với điều chế chỉ số sóng mang con. Các thành phần chính của loại điều chế hỗn hợp này là: 1) chỉ một sóng mang con mang điều chế QAM, và 2) thông tin còn lại được mang bởi chỉ số sóng mang của sóng mang con hoạt động này.

Mục tiêu chủ yếu của điều chế hỗn hợp QAM/chỉ số sóng mang con này là để có dạng sóng đơn sóng mang, nhằm đạt được PAPR thấp. Để tăng thông lượng, điều chế chỉ số sóng mang con có thể được sử dụng. Ví dụ, cho trước 4 sóng mang con, số bit thông tin bổ sung có thể được mang sử dụng điều chế chỉ số sóng mang con là hai (2). Tuy nhiên, sơ đồ này có hai hạn chế:

Thông lượng hạn chế: điều này là do điều chế chỉ số sóng mang con không hiệu quả xét theo khía cạnh hiệu quả phổ, đặc biệt là khi số lượng các sóng mang con lớn, và điều này lý giải vì sao số lượng các sóng mang con thường bị giới hạn ở 4; và

Mất hiệu quả phổ khi SNR cao: điều này là do mặc dù bậc QAM có thể được tăng lên trên sóng mang con hoạt động để mang thêm thông tin, điều chế chỉ số sóng mang con không thể tận dụng được lợi thế của SNR cao này, do nó chỉ có thể tăng bậc điều chế trên một sóng mang con hoạt động.

Do đó, cần có các kỹ thuật đa truy nhập với PAPR đơn sóng mang có hiệu quả và có thể hỗ trợ thông lượng cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất phương pháp vận hành thiết bị trong mạng không dây. Theo phương pháp này, thiết bị trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ và truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang. Chuỗi trải phổ này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và có khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề. Kết quả là, dạng sóng thu được từ việc truyền dẫn dữ liệu trải phổ đa sóng mang có thể có PAPR so sánh được với PAPR của truyền dẫn đơn sóng mang thông thường.

Chuỗi trải phổ có thể được lựa chọn từ nhiều chuỗi trải phổ mà mỗi chuỗi có khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề riêng cho mỗi chuỗi này. Các chuỗi trải phổ này có thể khác nhau theo ít nhất một trong số: mức độ thưa trong miền tần số; sơ đồ dạng thưa trong miền tần số; và độ dịch xung trong miền thời gian. Theo một vài phương án của sáng chế, việc trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang bao gồm việc trải phổ nhiều ký hiệu dữ liệu với các chuỗi trải phổ tương ứng được lựa chọn từ nhiều chuỗi trải phổ. Ví dụ, việc trải phổ nhiều ký hiệu dữ liệu với các chuỗi trải phổ tương ứng có thể bao gồm việc trải phổ ký hiệu dữ liệu thứ nhất với chuỗi trải phổ thứ nhất, và việc trải phổ ký hiệu dữ liệu thứ hai với chuỗi trải phổ thứ hai, các chuỗi trải phổ thứ nhất và thứ hai này chia sẻ cùng sơ đồ dạng thưa trong miền tần số và khác nhau độ dịch xung trong miền thời gian.

Theo một vài phương án, ít nhất một phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ được sử dụng để trải phổ dữ liệu xung đột với một phần tử sóng mang con khác không của ít nhất một trong số các chuỗi trải phổ khác trong số nhiều chuỗi trải phổ, và ít nhất một phần tử sóng mang con khác không khác trong chuỗi trải phổ được sử dụng để trải phổ dữ liệu này là khác với một phần tử sóng mang con khác không của ít nhất một trong số các chuỗi trải phổ khác.

Theo một vài phương án, chuỗi trải phổ có độ dài tương ứng với số lượng các sóng mang con sẵn có trong mạng không dây.

Theo một vài phương án, việc trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang bao gồm việc mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế và việc ánh xạ dòng dữ liệu được điều chế này lên các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ này. Ví dụ, việc mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế có thể bao hàm việc áp dụng biến đổi Fourier với dữ liệu nhị phân.

Theo một vài phương án, việc truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang bao gồm việc chuyển đổi dữ liệu trải phổ đa sóng mang thành tín hiệu miền thời gian và việc truyền tín hiệu miền thời gian này.

Theo một vài phương án, giá trị của các phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ là bằng 1.

Theo một vài phương án, số lượng các phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ là lớn hơn 2.

Theo một vài phương án, phương pháp này được thực hiện ở thiết bị người dùng (user equipment - UE). Ví dụ, phương pháp này có thể được sử dụng bởi UE đối với truy nhập ngẫu nhiên tuyến lên.

Khía cạnh khác của sáng chế đề xuất thiết bị truyền bao gồm bộ trải phổ và bộ truyền được cấu hình để cung cấp chức năng trải phổ và truyền theo phương pháp nêu trên. Ví dụ, theo một vài phương án, bộ trải phổ bao gồm bộ mã hoá được cấu hình để mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế và bộ ánh xạ được cấu hình để ánh xạ dòng dữ liệu được điều chế này lên các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ.

Khía cạnh khác nữa của sáng chế đề xuất thiết bị truyền thông được cấu hình để gửi dữ liệu đến mạng không dây, thiết bị truyền thông này bao gồm bộ truyền theo khía cạnh nêu trên của sáng chế.

Khía cạnh khác nữa của sáng chế đề xuất phương pháp bao gồm việc gán chuỗi trải phổ thứ nhất cho thiết bị truyền thông thứ nhất để trải phổ dữ liệu để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang thứ nhất trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ thứ nhất này và việc gán chuỗi trải phổ thứ hai cho thiết bị truyền thông thứ hai để trải phổ dữ liệu để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang thứ hai trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ thứ hai này. Các chuỗi trải phổ thứ nhất có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và có khoảng cách bằng nhau thứ nhất giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề. Chuỗi trải phổ thứ hai có khoảng cách bằng nhau thứ hai giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề. Các chuỗi trải phổ thứ nhất và thứ hai này khác nhau theo ít nhất một trong số: mức độ thưa trong miền tần số; sơ đồ dạng thưa trong miền tần số; và độ dịch xung trong miền thời gian. Theo một vài

phương án, khoảng cách bằng nhau thứ nhất này và khoảng cách bằng nhau thứ hai này là bằng nhau. Theo một vài phương án, khoảng cách bằng nhau thứ nhất này và khoảng cách bằng nhau thứ hai này là khác nhau.

Theo một vài phương án, việc gán chuỗi trái phở thứ nhất cho thiết bị truyền thông thứ nhất bao hàm việc gán một hoặc nhiều chuỗi trái phở từ nhóm thứ nhất của các chuỗi trái phở cho thiết bị truyền thông thứ nhất để trái phở một hoặc nhiều ký hiệu dữ liệu, mỗi chuỗi trái phở trong nhóm thứ nhất chia sẻ cùng sơ đồ dạng thừa trong miền tần số và khác nhau độ dịch xung trong miền thời gian. Trong một vài phương án như vậy, việc gán chuỗi trái phở thứ hai cho thiết bị truyền thông thứ hai bao hàm việc gán một hoặc nhiều chuỗi trái phở từ nhóm thứ nhất này của các chuỗi trái phở cho thiết bị truyền thông thứ hai để trái phở một hoặc nhiều ký hiệu dữ liệu. Theo một vài phương án khác, thiết bị truyền thông thứ hai được gán một hoặc nhiều chuỗi trái phở từ nhóm thứ hai của các chuỗi trái phở để trái phở một hoặc nhiều ký hiệu dữ liệu, mỗi chuỗi trái phở trong nhóm thứ hai này chia sẻ cùng sơ đồ dạng thừa trong miền tần số và khác nhau độ dịch xung trong miền thời gian, trong đó sơ đồ dạng thừa chung của nhóm thứ nhất của các chuỗi trái phở là khác với sơ đồ dạng thừa chung của nhóm thứ hai của các chuỗi trái phở.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án của sáng chế sẽ được mô tả dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là sơ đồ khối của mạng truyền thông theo một phương án của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối của thiết bị người dùng theo một phương án của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ khối của nút mạng theo một phương án của sáng chế;

Fig.4 thể hiện các đồ thị miền tần số của các dạng sóng OFDM với ký hiệu trái phở mật độ thấp (low-density signature OFDM - LDS-OFDM) với PAPR đơn sóng mang theo một phương án của sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện bộ trái phở theo một phương án của sáng chế;

Fig.6 thể hiện các đồ thị miền tần số của hai chuỗi trái phở có các mức độ thừa khác nhau theo một phương án của sáng chế;

Fig.7 thể hiện các đồ thị miền tần số của bốn chuỗi trái phở có các sơ đồ dạng thừa khác nhau theo một phương án của sáng chế; và

Fig.8 thể hiện các đồ thị miền tần số và miền thời gian của tám chuỗi trái phở có các sơ đồ dạng thừa và/hoặc các độ dịch xung miền thời gian khác nhau đối với truyền dẫn với đa chuỗi trái phở theo một phương án của sáng chế.

Các số tham chiếu giống nhau được sử dụng xuyên suốt các hình vẽ để chỉ các phần tử và các dấu hiệu tương tự. Mặc dù các khía cạnh của sáng chế sẽ được mô tả kết hợp với các phương án được minh họa, cần hiểu rằng chúng không nhằm giới hạn sáng chế trong các phương án này.

Mô tả chi tiết sáng chế

Như được nêu trên đây, DFT-S-OFDM (hoặc SC-FDMA) thường có PAPR thấp hơn so với OFDM thông thường. Tuy nhiên, DFT-S-OFDM không phù hợp đối với MC-CDMA, do không có cơ chế nào trong DFT-S-OFDM để giảm thiểu xung đột tín hiệu giữa các thiết bị khác nhau.

Sáng chế mô tả các phương pháp, các thiết bị và các hệ thống để trải phổ và truyền dữ liệu trong hệ thống truyền thông không dây sao cho các dạng sóng thu được được truyền có PAPR thấp và làm giảm thiểu các xung đột tín hiệu giữa các thiết bị khác nhau. Các phương pháp, các thiết bị và các hệ thống nhận và giải mã bổ sung cũng được minh họa cùng với các phương pháp tạo ra các chuỗi trải phổ. Do đó, theo một vài phương án, sáng chế đề xuất cách sử dụng các tài nguyên truyền thông không dây hiệu quả hơn đối với nhiều thiết bị.

Một khía cạnh của sáng chế đề xuất dạng sóng mới, dạng sóng mới này có bản chất như OFDM, nhưng có PAPR đơn sóng mang. Trong một vài trường hợp, dạng sóng mới này có thể có một hoặc nhiều tính chất sau:

- Mỗi thiết bị truyền thông, chẳng hạn như thiết bị người dùng (UE) di động, có thể sử dụng nhiều chuỗi trải phổ, trong khi vẫn có PAPR thấp;
- Các chuỗi trải phổ này có thể có các phần tử sóng mang con khác không thừa hoặc có mật độ thấp (ví dụ, 50% hoặc ít hơn các phần tử sóng mang con khác không), tùy thuộc vào các nhu cầu thông lượng;
- Bộ trữ các bảng mã xung đột một phần (về cả các từ mã/các chuỗi trải phổ và xung báo hiệu) có thể được sử dụng để giảm thiểu tác động của xung đột bảng mã thiết bị và tăng số các thiết bị truy nhập ngẫu nhiên.

Fig.1 minh họa mạng truyền thông 100 bao gồm nhiều thiết bị người dùng 102A, 102B, 102C, 102D và nút mạng 104. Mạng 100 này có thể vận hành dựa theo một hoặc nhiều tiêu chuẩn truyền thông hoặc công nghệ truyền thông hoặc tiêu chuẩn dữ liệu hoặc công nghệ dữ liệu bao gồm nhưng không bị giới hạn ở các mạng viễn thông thế hệ thứ tư (fourth generation - 4G) chẳng hạn như các mạng tiến hoá dài hạn (LTE), hệ thống viễn thông di động toàn cầu (Universal Mobile Telecommunications System - UMTS) và các mạng truyền thông không dây hoặc các mạng truyền thông di động khác. Các thiết bị người dùng 102, đôi khi được biết đến như là thiết bị người dùng (các UE), và nói chung là bất kỳ thiết bị nào có khả năng cung cấp truyền thông không dây chẳng hạn như bộ truyền/nhận không dây (wireless transmit/receive unit - WTRU), trạm di động

(mobile station - MS), điện thoại thông minh, điện thoại di động, cảm biến hoặc thiết bị di động hoặc thiết bị tính toán có khả năng kết nối không dây khác. Theo một vài phương án, các thiết bị người dùng 102 bao gồm các máy thực hiện các chức năng chính khác và có khả năng gửi, nhận hoặc gửi và nhận dữ liệu trong mạng truyền thông 100. Theo một phương án, máy bao gồm dụng cụ hoặc thiết bị với các phương tiện để truyền và/hoặc nhận dữ liệu thông qua mạng truyền thông 100 nhưng các dụng cụ hoặc thiết bị như vậy thường không được vận hành bởi người dùng đối với mục đích truyền thông chính. Có thể nhận thấy rằng các hệ thống và các phương pháp được mô tả trong bản mô tả này cũng có thể được áp dụng với các trường hợp hoặc các ứng dụng truyền dẫn tốc độ dữ liệu thấp và các thiết bị hoạt động với các truyền dẫn dữ liệu đột xuất. Nút mạng 104 có thể bao gồm trạm gốc (base station - BS), Node B tiến hóa (evolved Node B - eNB), điểm truy nhập (access point - AP), hoặc giao diện mạng khác hoạt động như điểm truyền và/hoặc thu nhận cho các thiết bị 102 trong mạng 100. Nút mạng 104 này được kết nối với mạng trung gian (backhaul network) 110 cho phép dữ liệu được trao đổi giữa nút mạng 104 này và các mạng, các nút và các thiết bị từ xa khác (không được thể hiện).

Fig.2 thể hiện một phương án của thiết bị người dùng 102 để thực hiện các phương án và các mô-đun được mô tả trong bản mô tả này. Thiết bị 102 này có thể bao gồm bộ xử lý 202, bộ nhớ 204, nguồn điện 206 và giao diện truyền thông không dây 208 để gửi và nhận dữ liệu trong mạng truyền thông 100, các bộ phận của thiết bị này có thể hoặc có thể không được bố trí như được thể hiện trong Fig.2. Giao diện truyền thông không dây 208 bao gồm bộ truyền 210 và bộ nhận 212 được ghép với ăng ten 214. Có thể nhận thấy rằng các chức năng của giao diện truyền thông không dây 208 có thể được thực hiện bởi các bộ phận mô-đem hoặc các bộ phận thu phát khác nhau bao gồm nhiều bộ phận hoặc nhiều mảng bộ truyền, bộ nhận, bộ xử lý tín hiệu số (digital signal processor - DSP) và ăng ten. Theo một phương án, thiết bị người dùng 102 bao gồm giao diện người dùng 220 và các đầu vào/các đầu ra (inputs/outputs - I/O) 222 chẳng hạn như màn hình, đầu vào âm thanh, đầu ra âm thanh, các bàn phím, các nút bấm, các micrô hoặc các đầu vào hoặc các đầu ra khác. Bộ nhớ 204 có thể lưu trữ chương trình và/hoặc các lệnh cho bộ xử lý 202 bao gồm các lệnh để gửi, nhận, xử lý và hỗ trợ các dịch vụ và các loại dữ liệu khác nhau, chẳng hạn như nhưng không bị giới hạn ở video, các cuộc gọi VoIP, dữ liệu duyệt web, email và các truyền thông văn bản khác.

Fig.3 minh họa nút mạng 104 theo một phương án của sáng chế. Nút mạng 104 này có thể bao gồm bộ xử lý 302, bộ nhớ 304, một hoặc nhiều giao diện truyền thông 306, 308. Giao diện truyền thông 306 có thể là giao diện có dây hoặc không dây để gửi và nhận dữ liệu đến mạng trung gian 110 hoặc đến các nút mạng khác, các cổng giao tiếp hoặc các bộ chuyển tiếp (không được thể hiện) trong mạng 100. Giao diện truyền thông không dây 308 được cấu hình để gửi và nhận dữ liệu với một hoặc nhiều thiết bị người dùng 102 dựa theo hệ thống đa truy nhập được mô tả trong bản mô tả này. Có thể

nhận thấy rằng các chức năng của giao diện truyền thông không dây 308 có thể được thực hiện bởi các bộ phận môđem hoặc các bộ phận thu phát khác nhau bao gồm nhiều bộ phận hoặc nhiều mảng bộ truyền, bộ nhận và ăng ten. Bộ nhớ 304 có thể lưu trữ chương trình và/hoặc các lệnh cho bộ xử lý 302, bao gồm các lệnh để gửi và nhận dữ liệu đến và từ thiết bị người dùng 102. Nút mạng 104 có thể được cấu hình để lên lịch truyền dẫn dữ liệu giữa các thiết bị người dùng 102 hoặc nó có thể được cấu hình để hỗ trợ truyền dẫn dữ liệu đột xuất từ các thiết bị người dùng 102 này.

Mỗi thiết bị người dùng 102 được cấu hình để truyền dữ liệu bằng cách điều chế và trải phổ dữ liệu dựa theo các sơ đồ chòm sao được xác định trước và chuỗi trải phổ được gán. Các chuỗi trải phổ này có thể được gán trước cho nhóm các thiết bị người dùng 102 trong mạng 100 bởi nút mạng 104 hoặc bởi phần tử lên lịch hoặc quản lý khác (không được thể hiện) trong mạng 100 này. Việc gán các chuỗi trải phổ có thể xảy ra thông qua báo hiệu động hoặc bán tĩnh. Mỗi thiết bị người dùng 102 sử dụng chuỗi trải phổ được gán của nó để truy nhập mạng 100 và truyền dữ liệu đến nút mạng 104. Ví dụ, các chuỗi trải phổ được gán có thể được sử dụng bởi các thiết bị người dùng 102 cho việc truy nhập ngẫu nhiên tuyến lên. Nút mạng 104 biết các chuỗi trải phổ được gán và các chuỗi trải phổ được gán này được sử dụng để giải mã dữ liệu nhận được. Theo một phương án, việc cấp phát bổ sung và sử dụng các chuỗi trải phổ xảy ra đối với việc truyền dẫn dữ liệu từ nút mạng 104 đến các thiết bị người dùng 102.

Một biến thể của MC-CDMA là OFDM với ký hiệu trải phổ mật độ thấp (LDS-OFDM), trong đó các chuỗi được sử dụng trong MC-CDMA là các chuỗi thừa để thuật toán chuyển thông báo (message passing algorithm - MPA) có thể được sử dụng để giải mã đa người dùng (multiuser decoding - MUD), biến thể này có thể đơn giản hoá độ phức tạp của bộ nhận.

Một sự suy xét về thiết kế của LDS-OFDM là để tối thiểu hoá số các tín hiệu xung đột trên mỗi sóng mang con. Mục tiêu chính của sự suy xét này là để giảm độ phức tạp bộ nhận, nhưng nó cũng tối thiểu hoá can nhiễu liên chuỗi, đây là điều được mong muốn xét theo khía cạnh hiệu suất hệ thống. Mặc dù LDS-OFDM là hệ thống không trực giao về bản chất, việc tối đa hoá tính trực giao chuỗi thông thường là mục tiêu thiết kế.

Để đạt được PAPR của tín hiệu đơn sóng mang, tín hiệu được truyền phải có xung miền thời gian tại mỗi lần báo hiệu. Đối với tín hiệu đơn sóng mang thông thường, thông tin khác nhau được mang trên mỗi xung. Tuy nhiên, đối với LDS-OFDM, do độ thừa trong miền tần số, mỗi xung miền thời gian không nhất thiết phải mang thông tin duy nhất. Nói cách khác, một vài lần lặp lại của các xung miền thời gian là cần thiết để có xung tại mỗi lần báo hiệu. Như được thể hiện bên dưới, sự lặp lại này có thể đạt được theo một phương án ví dụ thông qua việc sử dụng chuỗi trải phổ thừa với khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề.

Fig.4 thể hiện khái niệm LDS-OFDM với PAPR đơn sóng mang theo một phương án ví dụ của sáng chế đối với bốn UE 102A, 102B, 102C và 102D. Cụ thể, Fig.4 thể hiện các chuỗi trải phổ miền tần số 400A, 400B, 400C và 400D cho các UE 102A, 102B, 102C và 102D tương ứng. Mỗi chuỗi trải phổ trong số các chuỗi trải phổ 400A, 400B, 400C và 400D có sáu phần tử sóng mang con. Trong mỗi chuỗi trải phổ 400A, 400B, 400C và 400D, hai trong số sáu phần tử sóng mang con là khác không. Cụ thể, chuỗi trải phổ 400A có các phần tử sóng mang con khác không 402A₁ và 402A₂ trên các sóng mang con thứ hai và thứ tư, chuỗi trải phổ 400B có các phần tử sóng mang con khác không 402B₁ và 402B₂ trên các sóng mang con thứ nhất và thứ ba, chuỗi trải phổ 400C có các phần tử sóng mang con khác không 402C₁ và 402C₂ trên các sóng mang con thứ ba và thứ năm, chuỗi trải phổ 400D có các phần tử sóng mang con khác không 402D₁ và 402D₂ trên các sóng mang con thứ tư và thứ sáu. Như được mô tả trong Fig.4, chuỗi trải phổ 400A cho UE 102A xung đột một phần với chuỗi trải phổ 400D cho UE 102D, do sóng mang con khác không 402A₂ chồng lên sóng mang con khác không 402D₁ trên sóng mang con thứ tư. Tương tự, chuỗi trải phổ 400B cho UE 102B xung đột một phần với chuỗi trải phổ 400C cho UE 102C, bởi vì sóng mang con khác không 402B₂ chồng lên sóng mang con khác không 402C₁ trên sóng mang con thứ ba. Xung đột sẽ được hiểu là xảy ra khi nhiều thiết bị người dùng 102 đang truyền dữ liệu sử dụng cùng các sóng mang con hoặc các sóng mang con chồng lên nhau. Các xung đột giữa các chuỗi trải phổ được mô tả trong Fig.4 là các xung đột một phần, do các chuỗi trải phổ xung đột trên ít phần tử sóng mang con khác không hơn so với tất cả các phần tử sóng mang con khác không của chúng.

Một sự khác biệt giữa các dạng sóng được thể hiện trong Fig.4 và dạng sóng đơn sóng mang thông thường là độ thưa trong miền tần số tương ứng với độ lặp xung trong miền thời gian, sự khác biệt này đảm bảo PAPR thấp của các tín hiệu thu được.

Để đơn giản hoá các vấn đề, ta định nghĩa DFT quay (rotated DFT - R-DFT) như sau. Cho $W_L^{(i)}$ là ma trận R-DFT kích thước $L \times L$ thứ i , với

$$w_{k,n}^{(i)} = \exp\left(j2\pi k\left(\frac{n}{L} + \frac{i}{N}\right)\right), \quad (1)$$

trong đó i là chỉ số quay, $0 \leq i \leq N/L - 1$, $w_{k,n}^{(i)}$ là phần tử “hàng thứ k / cột thứ n ” của $W_L^{(i)}$, L là kích thước của ma trận (vuông) R-DFT, và $(N/L - 1)$ định nghĩa tổng số các chỉ số quay. Ví dụ, với $L = 2$ và $N = 4$, phương trình (1) cho kết quả:

$$W_2^{(0)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix},$$

$$W_2^{(i)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix},$$

trong đó $W_2^{(0)}$, tức là, $i = 0$, là ma trận DFT thông thường và $W_2^{(1)}$, tức là, $i = 1$, là ma trận DFT quay. Ở đây, ma trận quay Q để biến đổi $W_2^{(0)}$ thành $W_2^{(1)}$, tức là $Q \times W_2^{(0)} = W_2^{(1)}$, là $Q = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & j \end{bmatrix}$.

Mỗi cột của hai ma trận DFT $W_2^{(0)}$ và $W_2^{(1)}$ biểu diễn một chuỗi. Bằng cách ánh xạ các cột/các chuỗi này lên các phần tử sóng mang con, có thể thu được các chuỗi trải phổ. Ví dụ, bằng cách ánh xạ các chuỗi này lên các phần tử sóng mang con thứ nhất và thứ ba của chuỗi trải phổ mật độ thấp với độ dài là bốn sóng mang con ($K = 4$), thu được bốn chuỗi trải phổ như sau:

$$[1 \ 0 \ 1 \ 0],$$

$$[1 \ 0 \ -1 \ 0],$$

$$[1 \ 0 \ j \ 0],$$

$$[1 \ 0 \ -j \ 0].$$

Trong DFT-S-OFDM, mỗi ký hiệu dữ liệu được điều chế QAM được trải phổ với các cột của $W^{(0)}$. Có thể nhận thấy rằng do sự quay của các ma trận DFT, các cột từ $W^{(i)}$ với i khác nhau không tương quan hoàn toàn. Vì thế, mặc dù bốn chuỗi được liệt kê bên trên có thể xung đột trên hai phần tử, các chuỗi này chỉ xung đột một phần do các giá trị của các chuỗi này, các giá trị này tương ứng với các xung được xê dịch một phần trong miền thời gian. Đặc tính này giúp tạo ra ma trận xử lý sai số bình phương trung bình tối thiểu (minimum mean square error - MMSE) ngẫu nhiên hơn ở bộ nhận cho việc tách sóng tín hiệu. Theo một vài phương án của sáng chế, các giá trị của DFT chẳng hạn như các ví dụ được mô tả bên trên được ánh xạ lên các phần tử sóng mang con của chuỗi trải phổ để tạo ra các chuỗi trải phổ để tạo ra các tín hiệu CDMA đa sóng mang trải phổ DFT (DFT-spread multi-carrier CDMA - DFT-S-MC-CDMA) với PAPR đơn sóng mang.

Fig.5 minh họa sơ đồ khối của bộ trải phổ 500 được cấu hình cho DFT-S-MC-CDMA theo một phương án của sáng chế. Bộ trải phổ 500 này có thể được sử dụng để mã hoá và truyền dữ liệu từ thiết bị người dùng 102, hoặc từ nút mạng 104. Bộ trải phổ 500 này được cấu hình để nhận dữ liệu cho truyền dẫn và trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang. Bộ trải phổ 500 này có thể bao gồm bộ mã hoá 510 được cấu hình để mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế, và bộ ánh xạ 520 được cấu hình để ánh xạ dòng dữ liệu được điều chế này lên các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ. Theo một phương án, bộ mã hoá 510

được cấu hình để áp dụng các giá trị cột của ma trận R-DFT kích thước $L \times L$ thứ i là $W_L^{(i)}$ lên dữ liệu nhận được để tạo ra L giá trị đầu ra DFT, và bộ ánh xạ 520 được cấu hình để ánh xạ L giá trị đầu ra DFT lên K sóng mang con để tạo ra chuỗi trải phổ có độ dài K . Để tạo ra PAPR đơn sóng mang, việc ánh xạ L giá trị đầu ra DFT lên K sóng mang con phải được thực hiện sao cho khoảng cách giữa các phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ là bằng nhau.

Các chuỗi dữ liệu trải phổ đa sóng mang có thể sau đó được chuyển đổi thành tín hiệu miền thời gian bởi mô-đun biến đổi Fourier nhanh ngược (inverse fast fourier transform - IFFT) 530 và được truyền qua môi trường không dây bởi mô-đun truyền 540, mô-đun này có thể thực hiện các chức năng bổ sung chẳng hạn như nắn dạng xung và điều chế sóng mang con.

Mặc dù được thể hiện như các mô-đun riêng biệt, có thể nhận thấy rằng các mô-đun mã hoá và ánh xạ 510, 520 có thể được triển khai thành một bộ phận trong phần cứng, hoặc trong phần mềm, hoặc trong tổ hợp phần cứng và phần mềm. Các mô-đun 510, 520 này có thể là một phần của giao diện truyền thông 208, 308 hoặc được thực thi bởi bộ xử lý 202, 302 trong thiết bị 102 hoặc nút mạng 104.

Thích ứng dựa theo thông lượng UE

Trong MC-CDMA thông thường, có thể tăng thông lượng bằng cách sử dụng nhiều hơn một chuỗi trải phổ. Thậm chí với mỗi chuỗi trải phổ đang được thiết kế để có PAPR thấp, sử dụng nhiều chuỗi tại cùng thời điểm trong MC-CDMA thông thường sẽ tăng PAPR tổng thể. Tuy nhiên, với các kỹ thuật MC-CDMA được mô tả trong bản mô tả này, nhiều tín hiệu QAM có thể được truyền cùng lúc, với PAPR so sánh được với PAPR của truyền dẫn đơn sóng mang thông thường.

Như đã nêu ở trên, bộ ánh xạ 520 được cấu hình để ánh xạ L giá trị đầu ra DFT lên K sóng mang con để tạo ra chuỗi trải phổ có độ dài K . Bằng cách điều chỉnh kích thước của DFT, tức là, bằng cách điều chỉnh L , thông lượng của thiết bị có thể được điều chỉnh, do việc điều chỉnh L làm thay đổi mức độ thưa của chuỗi trải phổ. Thông lượng tối đa đạt được bằng cách đặt $L = K$.

Ghép kênh UE

MC-CDMA tuyến lên (uplink - UL) không trực giao trong kênh chọn lọc tần số, thậm chí khi các mã trải phổ được sử dụng bởi các UE là trực giao. LDS-OFDM nói lỏng thêm điều kiện trực giao này bằng cách sử dụng các mã trải phổ xung đột một phần.

Trong các mạng không dây tương lai, để tiết kiệm phí tổn cho báo hiệu, nhiều thiết bị có thể truy nhập tài nguyên UL mà không cần lên lịch, điều này hàm ý xung đột chuỗi tiềm năng. Tuy nhiên, do chọn lọc tần số, các chuỗi xung đột có thể đã từng tương quan hoàn toàn trước truyền dẫn có thể không còn tương quan hoàn toàn. Ngoài ra, với

các sự khác biệt công suất tín hiệu nhận được và sự triệt can nhiễu nối tiếp (successive interference cancellation - SIC), thậm chí với bộ giải mã MMSE, vẫn có thể tách sóng thành công các tín hiệu UE thậm chí trong trường hợp xung đột chuỗi.

Tuy nhiên, từ khía cạnh thiết kế chuỗi trải phổ tín hiệu, thông thường ưu tiên tối thiểu hoá tương quan tối đa giữa các chuỗi, để giảm sự phụ thuộc vào biến đổi kênh và các sự khác biệt công suất tín hiệu nhận được nhằm giảm thiểu các tác động của các xung đột chuỗi. Ngoài ra, nếu bộ trừ chuỗi càng lớn, thì xác suất xung đột chuỗi càng nhỏ.

Theo một vài phương án, có thể thiết kế bộ trừ lớn của các chuỗi xung đột một phần. Theo một vài phương án, một hoặc nhiều thông số sau đây của bộ trừ chuỗi có thể cấu hình được:

- Mức độ thừa - các UE với thông lượng khác nhau có thể sử dụng các chuỗi trải phổ có mức độ thừa khác nhau, các mức độ thừa này tương ứng với mức lặp lại trong miền thời gian;
- Sơ đồ dạng thừa (miền tần số) - được biểu hiện như xung đột phần tử sóng mang con khác không trong miền tần số; và
- Độ dịch xung (miền thời gian) - được biểu hiện như các độ dịch xung trong miền thời gian.

Bất kỳ sự khác biệt nào giữa các chuỗi trải phổ theo bất kỳ khía cạnh nào trong số các khía cạnh nêu trên sẽ làm thay đổi mức xung đột giữa các chuỗi trải phổ. Các ví dụ về các chuỗi trải phổ khác nhau theo một hoặc nhiều khía cạnh trong số các khía cạnh nêu trên được mô tả dưới đây có dựa vào các Fig.6 đến Fig.8.

Mức độ thừa

Các thiết bị người dùng khác nhau có thể sử dụng các chuỗi trải phổ với các mức độ thừa khác nhau. Ví dụ, Fig.6 thể hiện các chuỗi trải phổ miền tần số 600A và 600B có các mức độ thừa khác nhau cho hai UE 102A và 102B theo một phương án của sáng chế. Mỗi chuỗi trong số các chuỗi trải phổ 600A và 600B có sáu phần tử sóng mang con. Tuy nhiên, chuỗi trải phổ 600A có bốn sóng mang con khác không 602A₁, 602A₂, 602A₃, và 602A₄ trên các sóng mang con từ thứ hai đến thứ năm, và chuỗi trải phổ 600B có hai sóng mang con khác không 602B₁ và 602B₂ trên các sóng mang con thứ nhất và thứ ba. Như vậy, chuỗi trải phổ 600A cho UE 102A có số lượng các sóng mang con khác không gấp đôi so với chuỗi trải phổ 600B cho UE 102B, và do đó, một cách tiềm năng UE 102A có thể có thông lượng gấp đôi UE 102B. Các chuỗi trải phổ 600A và 600B đều tạo ra PAPR đơn sóng mang, do khoảng cách giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề trong cả hai chuỗi trải phổ là cố định, mặc dù khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không 602A₁, 602A₂, 602A₃ và 602A₄ của chuỗi trải phổ 600A khác với khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không 602B₁ và 602B₂ của chuỗi trải phổ 600B. Cụ thể, các phần tử sóng mang con

khác không 602A₁, 602A₂, 602A₃ và 602A₄ được ánh xạ lên các sóng mang con ngay cạnh nhau trong chuỗi trải phổ 600A và các phần tử sóng mang con khác không 602B₁ và 602B₂ được ánh xạ lên các sóng mang con bị tách riêng bởi một sóng mang con xen giữa. Theo các phương án khác, các chuỗi trải phổ với các mức độ thừa khác nhau có thể có cùng khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không của chúng. Chuỗi trải phổ 600A cho UE 102A xung đột một phần với chuỗi trải phổ 600B cho UE 102B, do các phần tử sóng mang con khác không 602A₂ và 602B₂ chồng lên nhau trên sóng mang con thứ ba. Do xung đột giữa các chuỗi trải phổ 600A và 600B chỉ là xung đột một phần, bộ nhận vẫn có thể nhận và giải mã được dữ liệu được trải phổ và được truyền bởi các UE 102A và 102B sử dụng các chuỗi trải phổ 600A và 600B.

Sơ đồ dạng thừa

Thậm chí với số lượng các sóng mang con khác không giống nhau, các UE khác nhau có thể được gán các chuỗi trải phổ với các sơ đồ dạng thừa khác nhau. Ví dụ, Fig.7 thể hiện các chuỗi trải phổ miền tần số 700A, 700B, 700C và 700D có các sơ đồ dạng thừa khác nhau cho các UE 102A, 102B, 102C và 102D theo một phương án của sáng chế. Trong ví dụ này, mỗi chuỗi trải phổ trong số các chuỗi trải phổ có sáu phần tử sóng mang con và có cùng mức độ thừa, tức là, mỗi chuỗi trải phổ có hai phần tử sóng mang con khác không. Cụ thể, chuỗi trải phổ 700A có các phần tử sóng mang con khác không 702A₁ và 702A₂ trên các sóng mang con thứ hai và thứ ba, chuỗi trải phổ 700B có các phần tử sóng mang con khác không 702B₁ và 702B₂ trên các sóng mang con thứ nhất và thứ ba, chuỗi trải phổ 700C có các phần tử sóng mang con khác không 702C₁ và 702C₂ trên các sóng mang con thứ nhất và thứ năm, chuỗi trải phổ 700D có các phần tử sóng mang con khác không 702D₁ và 702D₂ trên các sóng mang con thứ ba và thứ sáu. Các chuỗi trải phổ 700A, 700B, 700C và 700D này tạo ra PAPR đơn sóng mang. Tương tự như các chuỗi trải phổ 600A và 600B được mô tả trong Fig.6, các chuỗi trải phổ 700A, 700B, 700C và 700D được mô tả trong Fig.7 có khoảng cách khác nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không của chúng. Ví dụ, các phần tử sóng mang con khác không 702B₁ và 702B₂ của chuỗi trải phổ 700B bị tách riêng bởi một phần tử sóng mang con rỗng xen giữa và các phần tử sóng mang con khác không 702C₁ và 702C₂ của chuỗi trải phổ 700C bị tách riêng bởi ba phần tử sóng mang con rỗng xen giữa. Như được mô tả trong Fig.7, chuỗi trải phổ 700A cho UE 102A, chuỗi trải phổ 700B cho UE 102B, và chuỗi trải phổ 700D cho UE 102D xung đột một phần, do các phần tử sóng mang con khác không 702A₂, 702B₂ và 702D₁ chồng lên nhau trên sóng mang con thứ ba. Tương tự, chuỗi trải phổ 700B cho UE 102B xung đột một phần với chuỗi trải phổ 700C cho UE 102C, do các phần tử sóng mang con khác không 702B₁ và 702C₁ chồng lên nhau trên sóng mang con thứ nhất. Do xung đột giữa các chuỗi trải phổ 700A, 700B, 700C và 700D chỉ là xung đột một phần, bộ nhận vẫn có thể nhận và giải mã được dữ liệu được trải phổ và được truyền bởi các UE 102A, 102B, 102C, và 102D sử dụng các chuỗi trải phổ 700A, 700B, 700C và 700D.

Độ dịch xung

Thậm chí với cùng mức độ thừa và sơ đồ dạng thừa, các tính chất xung đột một phần của các chuỗi vẫn có thể đạt được bằng cách sử dụng các giá trị chuỗi tương ứng với các xung được xếp dịch một phần trong miền thời gian. Như được mô tả bên trên, độ dịch xung có thể đạt được thông qua sự quay ma trận DFT, do các cột từ $W^{(i)}$ với chỉ số quay i khác nhau không tương quan hoàn toàn, và các xung được tạo ra bởi các chỉ số quay khác nhau có các độ dịch vòng khác nhau trong miền thời gian. Fig.8 thể hiện các đồ thị miền tần số và miền thời gian của tám chuỗi trái phổ 800A, 801A, 800B, 801B, 800C, 801C, 800D và 801D có các sơ đồ dạng thừa khác nhau và/hoặc các độ dịch xung miền thời gian khác nhau đối với truyền dẫn đa chuỗi bởi bốn UE 102A, 102B, 102C và 102D theo một phương án của sáng chế. Mỗi UE trong số các UE 102A, 102B, 102C và 102D được gán hai chuỗi trong số các chuỗi trái phổ. Trong ví dụ này, mỗi chuỗi trái phổ trong số các chuỗi trái phổ có bốn phần tử sóng mang con và có cùng mức độ thừa, tức là, mỗi chuỗi trái phổ có hai phần tử sóng mang con khác không. Các chuỗi trái phổ 800A và 801A được gán cho UE 102A và các chuỗi trái phổ 800C và 801C được gán cho UE 102C chia sẻ cùng sơ đồ dạng thừa với phần tử sóng mang con khác không thứ nhất (tương ứng là 802A₁, 803A₁, 802C₁ và 803C₁) trên sóng mang con thứ nhất và phần tử sóng mang con khác không thứ hai (tương ứng là 802A₂, 803A₂, 802C₂ và 803C₂) trên sóng mang con thứ ba.

Các chuỗi trái phổ 800B và 801B được gán cho UE 102B và các chuỗi trái phổ 800D và 801D được gán cho UE 102D chia sẻ cùng sơ đồ dạng thừa mà là khác với sơ đồ dạng thừa được chia sẻ bởi các chuỗi trái phổ 800A, 801A, 800C và 801C. Cụ thể, mỗi chuỗi trái phổ 800B, 801B, 800D và 801D có phần tử sóng mang con khác không thứ nhất (802B₁, 803B₁, 802D₁ và 803D₁, tương ứng) trên sóng mang con thứ hai và phần tử sóng mang con khác không thứ hai (802B₂, 803B₂, 802D₂ và 803D₂, tương ứng) trên sóng mang con thứ tư.

Như được mô tả trong Fig.8, tám chuỗi trái phổ 800A, 801A, 800B, 801B, 800C, 801C, 800D và 801D được cấu hình sao cho mỗi sóng mang con có bốn phần tử sóng mang con khác không được ánh xạ lên nó. Theo phương án này, các xung đột này chỉ là xung đột một phần do các giá trị phần tử sóng mang con khác không của các chuỗi trái phổ được cấu hình để tạo ra độ dịch xung trong miền thời gian. Ví dụ, các phần tử sóng mang con khác không của các chuỗi trái phổ 800A, 801A, 800C và 801C có thể được cấu hình với các giá trị cột của các hai ma trận R-DFT $W_2^{(0)}$ và $W_2^{(1)}$ được mô tả trên đây sao cho:

$$\text{chuỗi trái phổ 800A} = [1 \ 0 \ 1 \ 0],$$

$$\text{chuỗi trái phổ 801A} = [1 \ 0 \ -1 \ 0],$$

$$\text{chuỗi trái phổ 800C} = [1 \ 0 \ j \ 0],$$

chuỗi trái phở 801C = $[1 \ 0 \ -j \ 0]$.

Bằng cách sử dụng các giá trị phân tử sóng mang con bên trên, hai chuỗi trái phở 800A và 801A được gán cho UE 102A có độ quay pha tương đối với nhau và cũng có độ quay pha tương đối với hai chuỗi trái phở 800C và 801C được gán cho UE 102C, đến lượt chúng cũng có độ quay pha tương đối với nhau. Độ quay pha tương đối này tạo ra độ dịch xung giữa các xung miền thời gian 810A và 811A cho UE 102A và các xung miền thời gian 810C và 811C cho UE 102C mặc dù các chuỗi trái phở 800A, 801A, 800C và 801C chồng lên nhau trong miền tần số.

Tương tự, các giá trị cột của các hai ma trận R-DFT $W_2^{(0)}$ và $W_2^{(1)}$ có thể được ánh xạ lên các phân tử sóng mang con khác không của các chuỗi trái phở 800B, 801B, 800D và 801D sao cho:

chuỗi trái phở 800B = $[0 \ 1 \ 0 \ 1]$,

chuỗi trái phở 801B = $[0 \ 1 \ 0 \ -1]$,

chuỗi trái phở 800D = $[0 \ 1 \ 0 \ j]$,

chuỗi trái phở 801D = $[0 \ 1 \ 0 \ -j]$,

Một lần nữa, độ quay pha tương đối giữa các chuỗi trái phở 800B, 801B, 800D và 801D tạo ra độ dịch xung giữa các xung miền thời gian 810B và 811B cho UE 102B và các xung miền thời gian 810D và 811D cho UE 102D mặc dù các chuỗi trái phở 800B, 801B, 800D và 801D chồng lên nhau trong miền tần số.

Trong ví dụ này, bốn chuỗi trái phở có độ dài là bốn ($K=4$) đã được tạo ra cho hai sơ đồ dạng thưa. Các giá trị phân tử sóng mang con khác không dựa trên các giá trị cột của các ma trận R-DFT, để các chuỗi trái phở tạo ra chia sẻ cùng sơ đồ dạng thưa có các độ dịch xung khác nhau trong miền thời gian. Nói chung, có thể định nghĩa một số bất kỳ các sơ đồ dạng thưa khác nhau, chẳng hạn như các ví dụ được mô tả trong Fig.7, và mỗi sơ đồ dạng thưa có thể được coi là tương ứng với một bảng mã. Mỗi bảng mã chứa nhiều chuỗi trái phở (hoặc các từ mã) được tạo ra từ các độ dịch xung khác nhau (các độ quay pha trong miền tần số) bằng cách gán cho các phân tử sóng mang con khác không của các chuỗi trái phở các giá trị tương ứng với các giá trị cột của các ma trận R-DFT.

Như một ví dụ khác, đối với bảng mã có tám chuỗi trái phở với hai phân tử sóng mang con khác không mỗi chuỗi, ($L = 2$ and $N = 8$), phương trình (1) cho kết quả là bốn ma trận R-DFT sau:

$$W_2^{(0)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix},$$

$$W_2^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ \sqrt{2}/2 + j\sqrt{2}/2 & -(\sqrt{2}/2 + j\sqrt{2}/2) \end{bmatrix},$$

$$W_2^{(2)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ j & -j \end{bmatrix},$$

$$W_2^{(3)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ -\sqrt{2}/2 + j\sqrt{2}/2 & \sqrt{2}/2 - j\sqrt{2}/2 \end{bmatrix}.$$

Ánh xạ các cột/các chuỗi từ bốn ma trận R-DFT bên trên lên các phần tử sóng mang con thứ hai và thứ tư của chuỗi trải phổ mật độ thấp với độ dài là bốn sóng mang con ($K = 4$), thu được tám chuỗi trải phổ như sau:

$$[0 \ 1 \ 0 \ 1],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \ -1],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \ j],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \ -j],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \],$$

$$[0 \ 1 \ 0 \].$$

Các ví dụ nêu trên của các chuỗi trải phổ dựa trên các ma trận R-DFT có hai phần tử sóng mang con khác không, tức là chúng dựa trên các ma trận R-DFT trong đó $L = 2$. Tuy nhiên, các phương án khác của sáng chế đề xuất các chuỗi trải phổ với số phần tử sóng mang con khác không lớn hơn. Ví dụ, bằng cách đặt $L = 3$ và $N = 6$, phương trình (1) cho kết quả là:

$$W_3^{(0)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1/2 + j\sqrt{3}/2 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 \\ 1 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 & -1/2 + j\sqrt{3}/2 \end{bmatrix}$$

$$W_3^{(1)} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1/2 + j\sqrt{3}/2 & -1 & 1/2 - j\sqrt{3}/2 \\ -1/2 + j\sqrt{3}/2 & 1 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 \end{bmatrix}.$$

Ánh xạ ba phần tử trong sáu cột của $W_3^{(0)}$ và $W_3^{(1)}$ lên các phần tử sóng mang con thứ nhất, thứ ba và thứ năm của chuỗi trải phổ mật độ thấp với độ dài là sáu sóng mang con ($K = 6$), thu được sáu chuỗi trải phổ như sau:

$$[1 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0],$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1/2 + j\sqrt{3}/2 & 0 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 & 0 & -1/2 + j\sqrt{3}/2 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1/2 + j\sqrt{3}/2 & 0 & -1/2 + j\sqrt{3}/2 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix},$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 1/2 - j\sqrt{3}/2 & 0 & -1/2 - j\sqrt{3}/2 & 0 \end{bmatrix}.$$

Các từ mã trong bảng mã có thể được sử dụng bởi một UE để tăng cường tốc độ dữ liệu hoặc được sử dụng bởi các UE khác nhau để hỗ trợ số các UE được kết nối lớn hơn. Ví dụ, bảng mã bao gồm các chuỗi trải phổ 800A, 801A, 800C và 801C cho phép các UE 102A và 102C đều được hỗ trợ trên các sóng mang con thứ nhất và thứ ba. Việc gán cho mỗi UE trong số các UE 102A và 102C hai trong số các chuỗi trải phổ có thể có tiềm năng làm tăng gấp đôi tốc độ dữ liệu của các UE 102A và 102C.

Các chuỗi trải phổ ví dụ được thể hiện trong Fig.4 và trong Fig.6 đến Fig.8 bao gồm 4 hoặc 6 phần tử sóng mang con. Nói chung, các chuỗi trải phổ có thể bao gồm 4 hoặc nhiều phần tử sóng mang con hơn. Ví dụ, theo một vài phương án các chuỗi trải phổ có thể bao gồm 8 phần tử sóng mang con, 16 phần tử sóng mang con, hoặc thậm chí nhiều hơn. Hơn nữa, các UE khác nhau có thể sử dụng các chuỗi trải phổ có các độ dài khác nhau. Ví dụ, một vài UE có thể sử dụng các chuỗi trải phổ với độ dài là 16 phần tử sóng mang con để hỗ trợ thông lượng cao, và các UE khác có thể sử dụng các chuỗi trải phổ với độ dài là 8 phần tử sóng mang con.

Tách sóng ở bộ nhận

Một trong số các ứng dụng được dự tính đối với các kỹ thuật MC-CDMA được mô tả trong bản mô tả này là truy nhập ngẫu nhiên tuyến lên. Trong truy nhập ngẫu nhiên tuyến lên, các thiết bị người dùng 102 khác nhau có thể truy nhập cùng tài nguyên vô tuyến tại cùng thời điểm. Theo một phương án, dữ liệu được truyền bởi thiết bị người dùng 102 dựa theo sơ đồ truyền dẫn MC-CDMA được tiết lộ trong bản mô tả này có thể được nhận và được giải mã bởi nút mạng 104. Nút mạng 104 này có thể nhận nhiều truyền dẫn dữ liệu từ các thiết bị 102 khác nhau, mỗi thiết bị này đang truyền dữ liệu dựa theo (các) chuỗi trải phổ được gán cho nó. Với sơ đồ truyền dẫn MC-CDMA được tiết lộ trong bản mô tả này, nếu tải mạng là nhẹ hoặc vừa, dữ liệu nhận được có thể được giải mã sử dụng giải mã triệt can nhiễu nối tiếp (successive interference cancellation - SIC). Nếu tải mạng là cao, các sơ đồ giải mã khác chẳng hạn như MPA hoặc MMSE có thể được sử dụng.

Theo một vài phương án, bộ nhận có thể thực hiện các chức năng sau đây để tách sóng tín hiệu:

- Trên các sóng mang con có xung đột, bộ nhận MMSE hoặc bộ nhận MPA có thể được sử dụng;
- Giải trái phổ IDFT, giải ánh xạ QAM, và giải mã FEC có thể sau đó được sử dụng để giải mã các truyền dẫn.
- SIC có thể được sử dụng để loại bỏ các truyền dẫn được giải mã thành công, và sau đó các bước 1) và 2) được lặp lại đối với các truyền dẫn còn lại.

Có thể nhận thấy từ Fig.7 rằng, ví dụ, bộ nhận của nút mạng 104 có thể trước tiên giải mã phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ năm của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C do, trong ví dụ này, không có các phần tử dữ liệu nào khác được truyền trên sóng mang con này. Một khi dữ liệu này được biết, phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C cũng được biết, do cùng phần tử dữ liệu được trải phổ đến hai phần tử sóng mang con khác không 702C₁ và 702C₂ của chuỗi trái phổ 700C. Như được thể hiện trong Fig.7, tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700B cũng có phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất. Do phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất này của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C đã được xác định, tác động can nhiễu của nó có thể được loại bỏ. Một khi tác động can nhiễu của phần tử xung đột trên sóng mang con thứ nhất của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C đã được loại bỏ, việc giải mã thêm các phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700B có thể xảy ra. Theo cách này, khi các chuỗi trái phổ xung đột một phần 700B và 700C được sử dụng bởi hai UE khác nhau, việc giải mã thành công các phần tử dữ liệu của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C và sau đó loại bỏ can nhiễu gây ra bởi xung đột một phần của hai chuỗi trái phổ này, có thể tăng khả năng giải mã thành công các phần tử dữ liệu của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700B. Có thể nhận thấy rằng các yếu tố khác chẳng hạn như, nhưng không bị giới hạn ở, công suất nhận được có thể được sử dụng để xác định thứ tự giải mã SIC.

Theo một vài phương án, nút mạng 104 có thể áp dụng tổ hợp giải mã MMSE và SIC để nhận và giải mã các chuỗi dữ liệu bị xung đột một phần. Trong ví dụ được minh họa trong Fig.7, bộ giải mã MMSE có thể được sử dụng để giải mã phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C có xung đột với phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ nhất của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700B. Kết quả đó có thể được kết hợp với kết quả đối với phần tử dữ liệu trên sóng mang con thứ năm của tín hiệu được kết hợp với chuỗi trái phổ 700C (không bị xung đột) để cải thiện khả năng của bộ giải mã. Vì thế, việc giải mã MMSE có thể được áp dụng cho các tín hiệu có ít các xung đột với các tín hiệu người dùng khác nhất. Với việc sử dụng SIC và cấu trúc xen kẽ của các chuỗi trái phổ do thiết kế chuỗi xung đột một phần, mỗi lần giải mã thành công một tín hiệu có thể đơn giản hoá việc giải mã các tín hiệu chưa được giải mã khác.

MMSE với SIC có thể được thực hiện trong hệ thống với nhiều ăng ten thu. Theo các phương án như vậy, hệ thống hoạt động như hệ thống đa người dùng nhiều đầu vào và nhiều đầu ra (Multiple-User Multiple-Input and Multiple-Output - MU-MIMO)/DFT-S-OFDM, với các tín hiệu trải phổ DFT được ánh xạ thừa lên khối tài nguyên truy nhập, và vì thế ngẫu nhiên hoá xung đột liên người dùng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Theo ví dụ thứ nhất, phương pháp vận hành thiết bị trong mạng không dây bao gồm: trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ này, chuỗi trải phổ này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề; và truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này.

Theo ví dụ thứ hai, thiết bị truyền bao gồm: bộ trải phổ được cấu hình để trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ này, chuỗi trải phổ này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề; và bộ truyền được cấu hình để truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này.

Theo ví dụ thứ ba, phương pháp bao gồm: gán cho thiết bị truyền thông thứ nhất chuỗi trải phổ thứ nhất để trải phổ dữ liệu để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang thứ nhất trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ thứ nhất này, chuỗi trải phổ thứ nhất này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và khoảng cách bằng nhau thứ nhất giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề; và gán cho thiết bị truyền thông thứ hai chuỗi trải phổ thứ hai để trải phổ dữ liệu để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang thứ hai trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không của chuỗi trải phổ thứ hai này, chuỗi trải phổ thứ hai này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không và khoảng cách bằng nhau thứ hai giữa các phần tử sóng mang con khác không liên kề; các chuỗi trải phổ thứ nhất và thứ hai này khác nhau theo ít nhất một trong số: mức độ thưa trong miền tần số; sơ đồ dạng thưa trong miền tần số; và độ dịch xung trong miền thời gian.

Theo ví dụ thứ tư, bất kỳ ví dụ nào trên đây đều có thể còn bao gồm việc trải phổ ký hiệu dữ liệu thứ nhất với chuỗi trải phổ thứ nhất, và việc trải phổ ký hiệu dữ liệu thứ hai với chuỗi trải phổ thứ hai, các chuỗi trải phổ thứ nhất và thứ hai này chia sẻ cùng sơ đồ dạng thưa trong miền tần số và khác nhau độ dịch xung trong miền thời gian.

Theo ví dụ thứ năm, trong bất kỳ ví dụ nào trên đây, giá trị của các phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ là bằng 1.

Theo ví dụ thứ sáu, trong bất kỳ ví dụ nào trên đây, khoảng cách bằng nhau thứ nhất này và khoảng cách bằng nhau thứ hai này là khác nhau.

Theo ví dụ thứ bảy, trong bất kỳ ví dụ nào trên đây, số lượng các phần tử sóng mang con khác không trong chuỗi trải phổ thứ nhất là lớn hơn 2.

Theo ví dụ thứ tám, trong bất kỳ ví dụ nào trên đây, chuỗi trải phổ có độ dài tương ứng với số lượng các sóng mang con sẵn có trong mạng không dây.

Có thể có nhiều thay đổi và biến thể của sáng chế dựa theo các mô tả trên đây. Do đó, cần hiểu rằng trong phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, sáng chế có thể được thực hiện khác với những phương án được mô tả cụ thể trong bản mô tả này.

Ngoài ra, mặc dù sáng chế được mô tả chủ yếu dưới dạng các phương pháp, dụng cụ và thiết bị, các cách thức thực hiện khác cũng được dự tính, ví dụ, chẳng hạn như dưới dạng các lệnh được lưu trữ trên phương tiện có thể đọc được bằng máy tính không chuyên tiếp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp vận hành thiết bị (102) trong mạng không dây (100), trong đó phương pháp này bao gồm:

trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này, chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này có độ thừa của các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) và khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) liền kề; và

truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này,

trong đó chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) được lựa chọn từ nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801), mỗi chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) trong số nhiều chuỗi trải phổ này có khoảng cách bằng nhau tương ứng giữa các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) liền kề, các chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) trong số nhiều chuỗi trải phổ này khác nhau ở ít nhất một trong số:

mức độ thừa trong miền tần số; và

sơ đồ dạng thừa trong miền tần số.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang bao gồm việc trải phổ mỗi ký hiệu dữ liệu trong số nhiều ký hiệu dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) tương ứng từ nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này.

3. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 2, trong đó ít nhất một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) trong chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này được sử dụng để trải phổ dữ liệu xung đột với một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của ít nhất một chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) khác trong số nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này, và ít nhất một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) khác trong chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này được sử dụng để trải phổ dữ liệu này là khác với một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của ít nhất một chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) khác trong số nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này.

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này có độ dài tương ứng với số lượng các sóng mang con sẵn có trong mạng không dây này.

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó việc trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) để tạo dữ liệu trải phổ đa sóng mang bao gồm:

mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế; và

ánh xạ dòng dữ liệu được điều chế này lên các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của chuỗi trải phổ này.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó việc truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này bao gồm:

chuyển đổi dữ liệu trải phổ đa sóng mang này thành tín hiệu miền thời gian; và

truyền tín hiệu miền thời gian này.

7. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, trong đó số lượng các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) trong chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này lớn hơn 2.

8. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, trong đó phương pháp này được thực hiện ở thiết bị người dùng (User equipment - UE).

9. Thiết bị truyền (210) bao gồm:

bộ trải phổ (500) được cấu hình để trải phổ dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) để tạo ra dữ liệu trải phổ đa sóng mang trên các sóng mang con tương ứng với các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này, chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này có độ thưa của các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) và khoảng cách bằng nhau giữa các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) liền kề; và

bộ truyền (540) được cấu hình để truyền dữ liệu trải phổ đa sóng mang này,

trong đó chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này được lựa chọn từ nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801), mỗi chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) trong số nhiều chuỗi trải phổ này có khoảng cách bằng nhau tương ứng giữa các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) liền kề, các chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) trong số nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này khác nhau ở ít nhất một trong số:

mức độ thưa trong miền tần số; và

sơ đồ dạng thưa trong miền tần số.

10. Thiết bị truyền (210) theo điểm 9, trong đó bộ trải phổ (500) này được cấu hình để trải phổ mỗi ký hiệu dữ liệu trong số nhiều ký hiệu dữ liệu với chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) tương ứng từ nhiều chuỗi trải phổ (400; 600; 700; 800; 801) này.

11. Thiết bị truyền (210) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 10, trong đó bộ trái phở (500) này được cấu hình sao cho ít nhất một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) trong chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) này được sử dụng để trái phở dữ liệu xung đột với một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của ít nhất một chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) khác trong số nhiều chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801), và ít nhất một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) khác trong chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) này được sử dụng để trái phở dữ liệu này là khác với một phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của ít nhất một chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) khác trong số nhiều chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) này.

12. Thiết bị truyền (210) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 11, trong đó bộ trái phở (500) này bao gồm:

bộ mã hoá (510) được cấu hình để mã hoá dữ liệu nhị phân để tạo ra dòng dữ liệu được điều chế; và

bộ ánh xạ (520) được cấu hình để ánh xạ dòng dữ liệu được điều chế này lên các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) của chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) này.

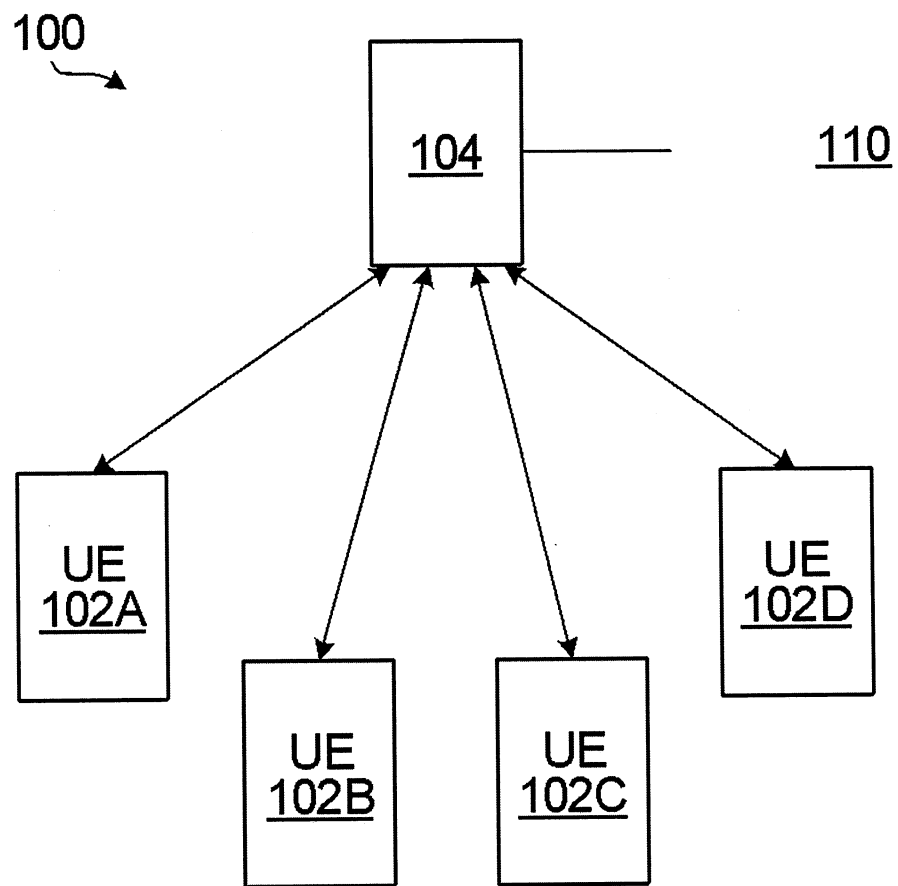
13. Thiết bị truyền (210) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 12, trong đó bộ truyền (540) này được cấu hình để:

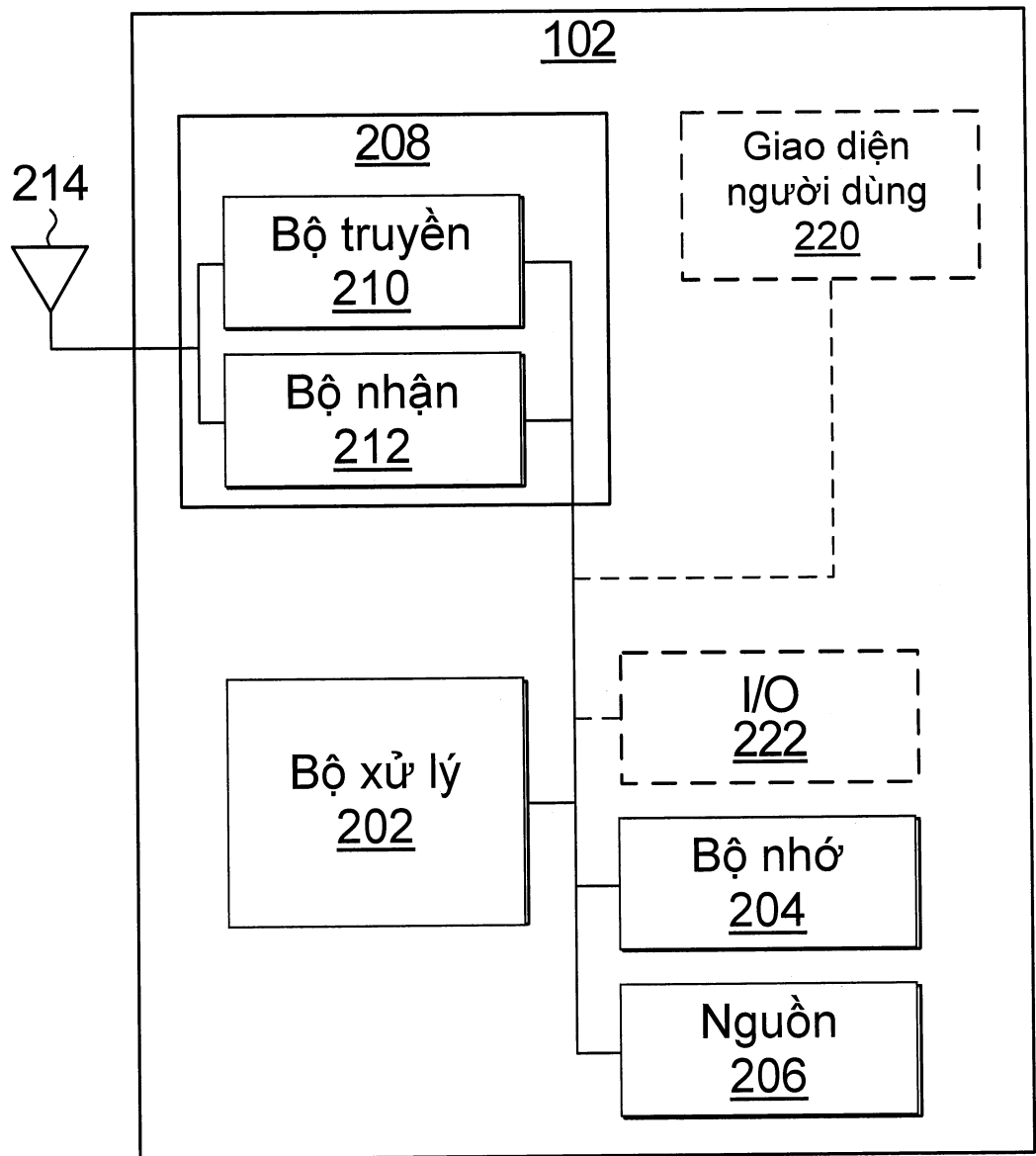
chuyển đổi dữ liệu trái phở đa sóng mang thành tín hiệu miền thời gian; và

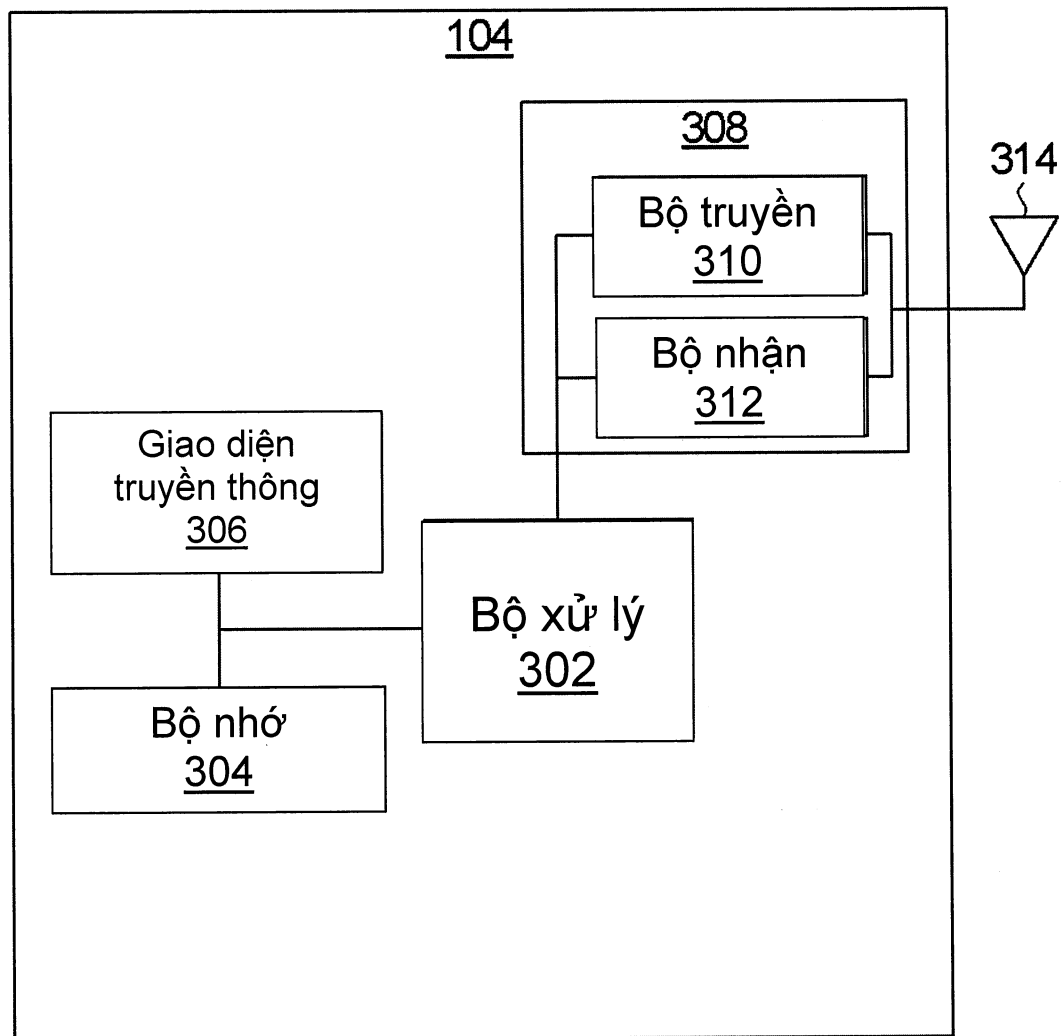
truyền tín hiệu miền thời gian này.

14. Thiết bị truyền (210) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 13, trong đó số lượng các phần tử sóng mang con khác không (402; 602; 702; 802; 803) trong chuỗi trái phở (400; 600; 700; 800; 801) này lớn hơn 2.

15. Thiết bị truyền thông (102) được cấu hình để gửi dữ liệu đến mạng không dây (100), trong đó thiết bị truyền thông (102) này bao gồm thiết bị truyền (210) theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 9 đến 14.

**FIG. 1**

**FIG. 2**

**FIG. 3**

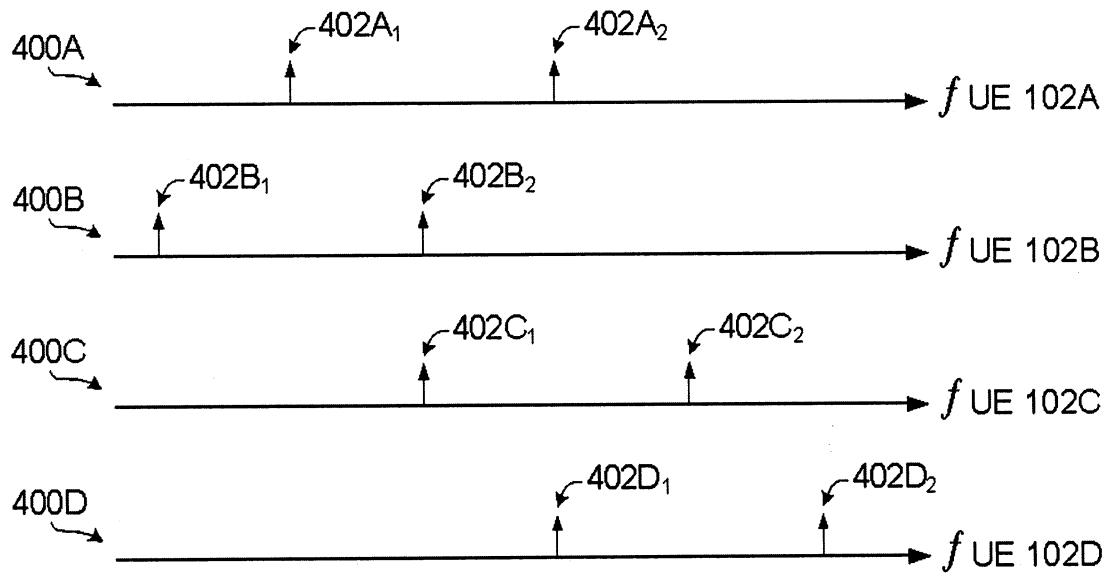


FIG. 4

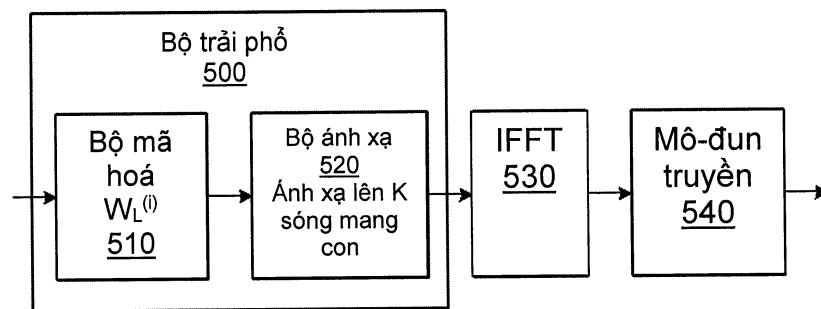
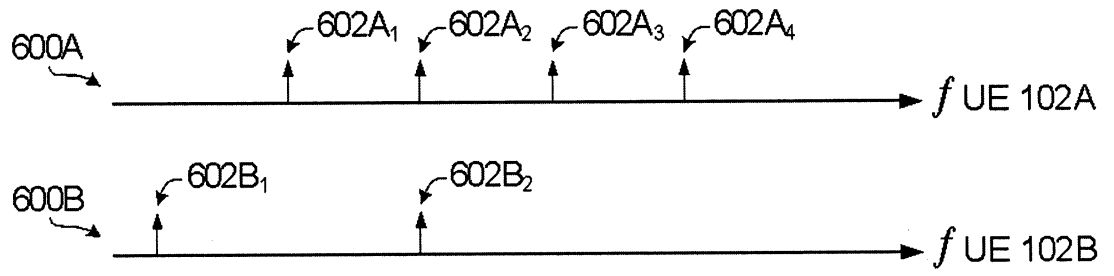
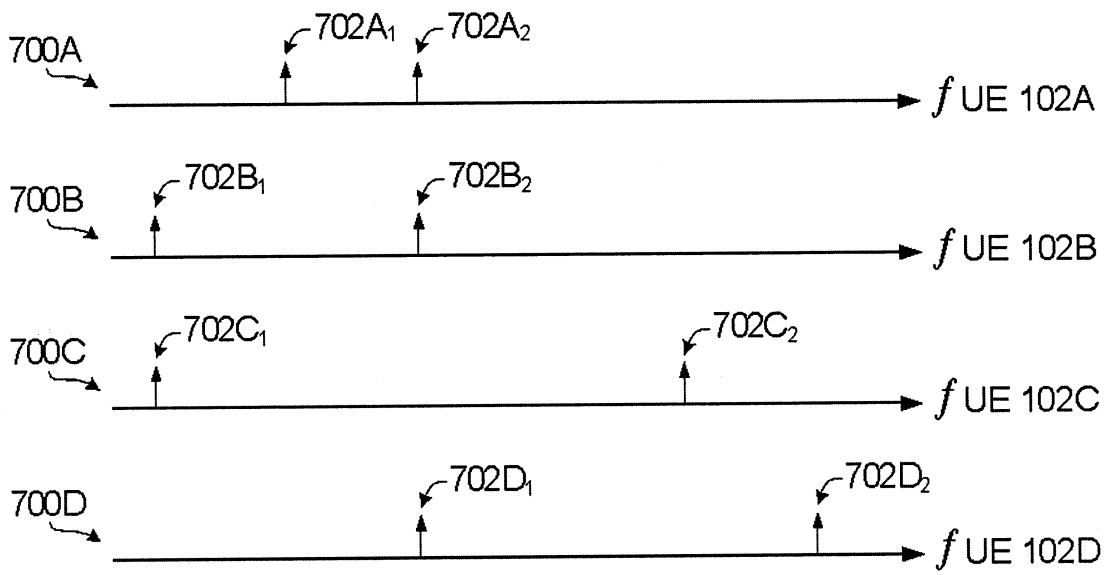


FIG. 5

**FIG. 6****FIG. 7**

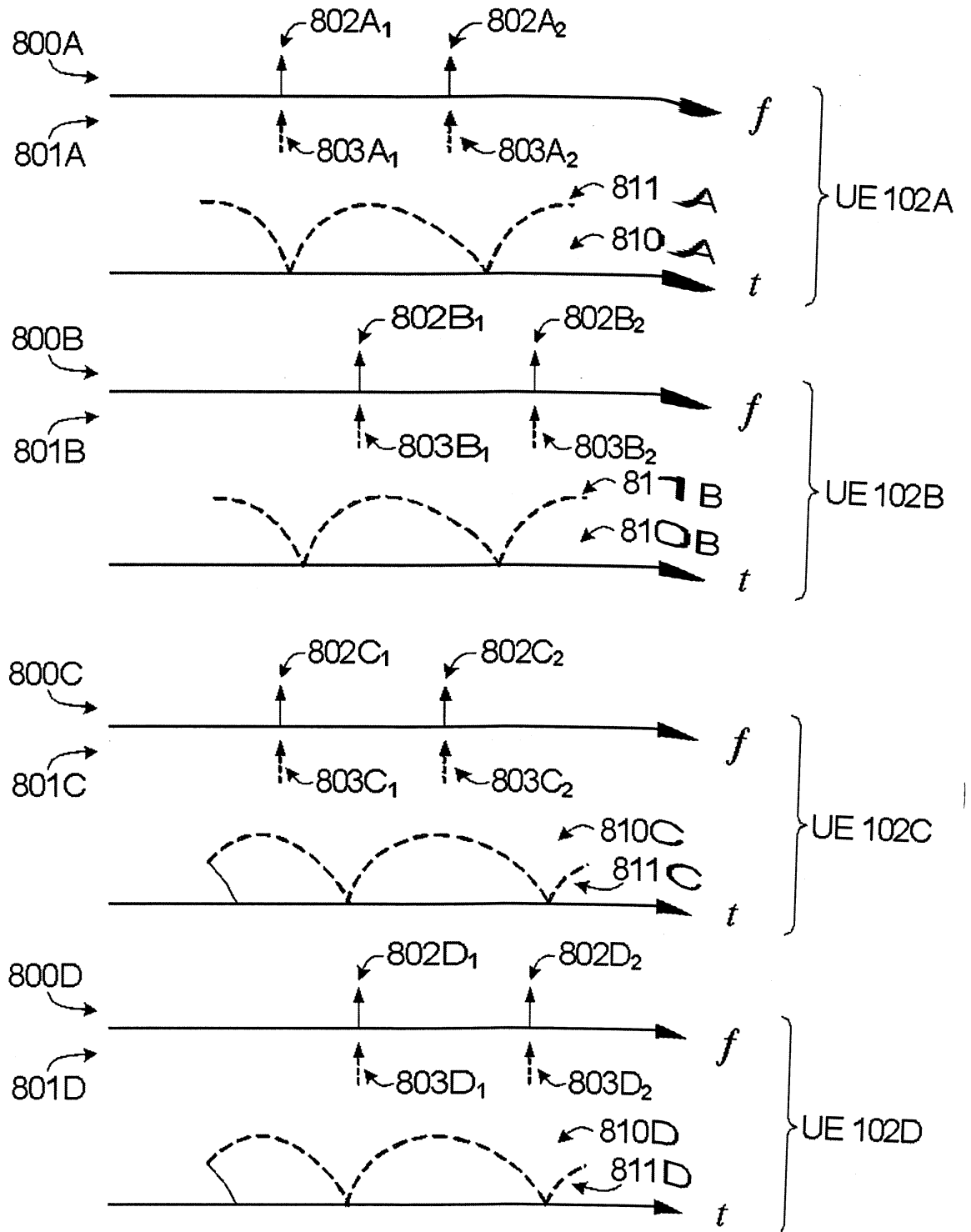


FIG. 8