



(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)



1-0028807

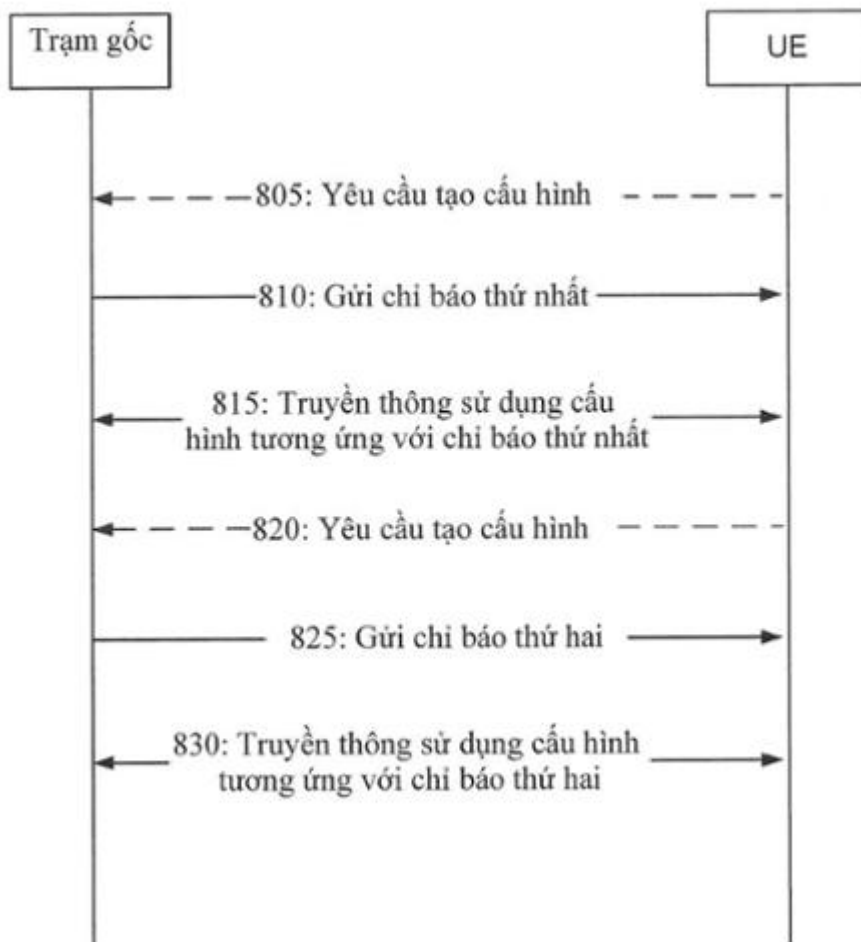
(51)⁸ H04W 72/00

(13) B

-
- (21) 1-2017-05328 (22) 01/06/2016
(86) PCT/CN2016/084411 01/06/2016 (87) WO 2016/192644 08/12/2016
(30) 62/169,342 01/06/2015 US; 62/320,252 08/04/2016 US; 62/335,524 12/05/2016 US;
15/169,553 31/05/2016 US
(45) 25/07/2021 400 (43) 26/02/2018 359A
(73) HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (CN)
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District Shenzhen, Guangdong
518129, P.R. China
(72) ZHANG, Liqing (CA); AU, Kelvin Kar Kin (CA); MA, Jianglei (CA); TONG, Wen
(CA); ISLAM, Toufiqul (CA).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) PHƯƠNG PHÁP CẤU HÌNH TRUYỀN THÔNG, THIẾT BỊ NGƯỜI DÙNG VÀ
THIẾT BỊ MẠNG

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông không dây, số ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, viết tắt là OFDM) mở rộng được được kết hợp theo cách mà có thể áp dụng cho các sự truyền liên kết radio trong mạng không dây trong tương lai đối với các sự truyền thông song công phân chia theo tần số (frequency division duplex, viết tắt là FDD) và song công phân chia theo thời gian (time division duplex, viết tắt là TDD).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp truyền thông không dây và, cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp kết hợp số (numerology) ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing, viết tắt là OFDM) mở rộng được mà có thể áp dụng cho các sự truyền liên kết radio trong mạng không dây.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các mạng truyền thông không dây, chẳng hạn như các mạng tuân theo các việc truyền theo chuẩn tiến hóa lâu dài (Long-Term Evolution, viết tắt là LTE) đã được biết đến trên số lựa chọn trước người dùng kênh không dây. Thuật ngữ số được sử dụng để đề cập đến các thông số được sử dụng để định rõ việc truyền dạng sóng. Các thông số bao gồm khoảng cách sóng mang con, độ dài của tiền tố tuần hoàn, độ dài của ký hiệu OFDM, số lượng của các ký hiệu được chứa trong khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, viết tắt là TTI), và khoảng thời gian của TTI theo mili giây (ms). Các mạng LTE thường hỗ trợ khoảng cách sóng mang con 15 kHz trên tất cả các tần số truyền, với TTI là 1 ms. Cần hiểu rằng khoảng cách 15 kHz thường dẫn tới tỷ lệ ký hiệu là 66,7 μ s, và độ dài của tiền tố tuần hoàn là 4,69 μ s.

Chẳng hạn, khoảng cách sóng mang con đơn có thể bị giới hạn ở các kịch bản di động tốc độ rất cao (ví dụ, 500 Km/h), mà có thể xuất hiện sự dịch chuyển tần số Doppler cao. Ví dụ khác, khoảng cách sóng mang con đơn có thể bị giới hạn ở các kịch bản trong đó các dải tần số radio cao, chẳng hạn như các dải 10 GHz, được dùng, trong đó nhiều pha có thể dẫn đến sự dịch chuyển tần số lớn. Trong các trường hợp như vậy, 15 kHz có thể không đủ rộng để chứa tác động Doppler trong miền tần số. Mặt khác, các thiết bị giá thành thấp sử dụng các truyền thông loại máy (Machine-Type Communications, viết tắt là MTC) hoặc các truyền thông thiết bị đến thiết bị (Device to Device, viết tắt là D2D) có

thể sử dụng độ rộng dải tần số hẹp hơn để nâng cao độ phủ và tiết kiệm năng lượng. Trong các trường hợp như vậy, khoảng cách sóng mang con có thể hẹp hơn so với khoảng cách sóng mang con được sử dụng trong các mạng chẳng hạn như LTE.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Đối với hệ thống truyền thông không dây, số ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) mở rộng được được kết hợp theo cách mà có thể áp dụng cho các sự truyền liên kết radio trong mạng không dây tương lai đối với các truyền thông song công phân chia theo tần số (frequency division duplex, viết tắt là FDD) và song công phân chia theo thời gian (time division duplex, viết tắt là TDD).

Theo khía cạnh thứ nhất là phương pháp cấu hình truyền thông, với thiết bị truyền thông, sử dụng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM). Phương pháp này bao gồm bước thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất đối với loại tín hiệu số thứ nhất cần được áp dụng cho khung con thứ nhất của các ký hiệu OFDM, và thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ hai cần được áp dụng cho khung con thứ hai của các tín hiệu OFDM. Trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai.

Trong một vài cấu hình, phương pháp này cũng bao gồm bước truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải tần phụ thứ nhất, và truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải tần phụ thứ hai một cách đồng thời với bước truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải tần phụ thứ nhất. Trong một số ví dụ mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất với khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ nhất, và mối tương

quan tỉ lệ của trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất với khoảng thời gian khung con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỉ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỉ lệ thứ hai. Trong một số ví dụ, khoảng thời gian khung con thứ nhất bao gồm tổng của khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn đối với tất cả các ký hiệu OFDM trong khung con thứ nhất, và khoảng thời gian khung con thứ hai bao gồm tổng của khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn đối với tất cả các ký hiệu OFDM trong khung con thứ hai, và phương pháp này bao gồm bước thu chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất dùng cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo một vài cấu hình khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải tần phụ thứ nhất, phương pháp này bao gồm bước thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian khung con thứ ba cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số các khoảng thời gian khung con thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải tần phụ thứ hai một cách đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh khác có đề xuất thiết bị người dùng được tạo cấu hình dùng cho ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), thiết bị người dùng bao gồm bộ nhớ lưu trữ các lệnh và bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để thực hiện một hoặc nhiều trong số các phương pháp được tóm tắt ở trên. Trong một số ví dụ, bộ xử lý tạo cấu hình thiết bị để: thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất đối với loại tín hiệu số thứ nhất, và thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai đối

với loại tín hiệu số thứ hai, trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai.

Khía cạnh khác đề xuất phương pháp cấu hình truyền thông, với thiết bị truyền thông, sử dụng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), phương pháp này bao gồm các bước: truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất đối với loại tín hiệu số thứ nhất, và truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ hai, trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai.

Theo một vài cấu hình, phương pháp này bao gồm bước thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải tần phụ thứ nhất, và thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải tần phụ thứ hai một cách đồng thời với bước thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải tần phụ thứ nhất. Theo một số ví dụ, mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất với khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ nhất và mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất với khoảng thời gian khung con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỉ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỉ lệ thứ hai. Theo một số ví dụ, khoảng thời gian khung con thứ nhất bao gồm khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn đối với số lượng các ký hiệu OFDM xác định, phương pháp này còn bao gồm bước truyền chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất dùng cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối

với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo một vài cấu hình, khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải tần phụ thứ nhất, và phương pháp này bao gồm bước truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian khung con thứ ba dùng cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số các khoảng thời gian khung con thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải tần phụ thứ hai một cách đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Khía cạnh khác hướng tới trạm gốc được tạo cấu hình cho ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), trạm gốc bao gồm bộ nhớ lưu trữ các lệnh và bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để thực hiện các thao tác truyền được tóm tắt ở trên bao gồm, ví dụ, bước truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất đối với loại tín hiệu số thứ nhất, và truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất đối với loại tín hiệu số thứ hai, trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai.

Theo khía cạnh khác có đề xuất thiết bị dùng để truyền thông tin trong mạng không dây, bao gồm: bộ xử lý, bộ nhớ được ghép nối với bộ xử lý, bộ nhớ lưu trữ các lệnh có thể thực hiện được và ít nhất tập hợp các thông số thứ nhất đối với loại thứ nhất của tín hiệu OFDM được kết hợp với khoảng cách sóng mang con thứ nhất và khoảng thời gian khung con thứ nhất và tập hợp các thông số thứ hai đối với loại thứ hai của tín hiệu OFDM được kết hợp với khoảng cách sóng mang con thứ hai và khoảng thời gian khung con thứ hai, trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của

khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ với trị số của khoảng thời gian khung con thứ hai, các lệnh có thể thực hiện được, khi được thực hiện, khiến thiết bị để: áp dụng một cách có lựa chọn hoặc là tập hợp các thông số thứ nhất hoặc tập hợp các thông số thứ hai đến các ký hiệu OFDM được truyền bởi thiết bị.

Theo một vài cấu hình, khoảng thời gian khung con thứ nhất tương ứng với tổng khoảng thời gian truyền để truyền số lượng các ký hiệu OFDM xác định sử dụng tập hợp các thông số thứ nhất, và khoảng thời gian khung con thứ hai tương ứng với tổng khoảng thời gian truyền để truyền cùng số lượng các ký hiệu OFDM xác định sử dụng tập hợp các thông số thứ hai. Theo một số ví dụ, thiết bị được tạo cấu hình để áp dụng tập hợp các thông số thứ nhất cho ký hiệu OFDM được truyền trong dải tần phụ thứ nhất và áp dụng tập hợp các thông số thứ hai cho các ký hiệu OFDM được truyền trong dải tần phụ thứ hai. Theo một số ví dụ, thiết bị được tạo cấu hình để truyền một cách đồng thời trong các dải tần phụ thứ nhất và thứ hai. Theo một số ví dụ là thiết bị người dùng, và được tạo cấu hình để áp dụng tập hợp các thông số thứ nhất cho ký hiệu OFDM được dự định cho trạm gốc thứ nhất và tập hợp các thông số thứ hai đến các ký hiệu OFDM được dự định cho trạm gốc thứ hai. Theo một vài cấu hình, thiết bị được tạo cấu hình để áp dụng một cách có lựa chọn hoặc là tập hợp các thông số thứ nhất hoặc tập hợp các thông số thứ hai dựa vào thông tin thu được qua mạng không dây từ một hoặc nhiều trạm gốc.

Theo một số ví dụ, thiết bị là trạm gốc. Theo một số ví dụ, mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất với khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ nhất và mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng thời gian khung con thứ nhất với khoảng thời gian khung con thứ hai bao hàm phép nhân bởi hệ số tỉ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỉ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỉ lệ thứ hai. Theo một số ví dụ mỗi ký hiệu OFDM được truyền sử dụng tập hợp các thông số thứ nhất đều bắt đầu trên ranh giới thời gian mà thẳng hàng với ký hiệu OFDM được truyền sử dụng tập

hợp các thông số thứ hai. Theo một số ví dụ, mối tương quan tỉ lệ của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai là 2^n , trong đó n là số nguyên khác không. Theo một số ví dụ, khoảng cách sóng mang con thứ nhất hoặc khoảng cách sóng mang con thứ hai có trị số là 15 kHz.

Các khía cạnh và dấu hiệu khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật khi xem phần mô tả dưới đây về các sự thực hiện cụ thể của sáng chế kết hợp với các hình vẽ kèm theo. Cần lưu ý rằng một số khía cạnh hoặc sự thực hiện của các khía cạnh có thể được kết hợp để tạo ra sự thực hiện mới với sự hiểu biết của những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật khi xem phần mô tả. Sự kết hợp này cũng sẽ được xem như đối tượng được bộc lộ trong sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Phần tham chiếu dưới đây sẽ được thực hiện, bằng ví dụ, dựa vào các hình vẽ kèm theo mà nó thể hiện các ví dụ thực hiện; và trong đó:

Fig.1 minh họa một ví dụ về OFDM được lọc theo các phương án lấy làm ví dụ;

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa một ví dụ trong đó biên khoảng thời gian truyền (Transmission Time Interval, viết tắt là TTI) và sự căn chỉnh thời gian đạt được bằng cách sắp lại thứ tự hoặc sắp xếp lại các ký hiệu OFDM trong (các) TTI;

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa thiết kế số để làm giảm nhiễu chéo UL-DL;

Fig.4 minh họa hệ thống, bao gồm trạm gốc và thiết bị người dùng, trong đó các khía cạnh của sáng chế có thể được sử dụng;

Fig.5 minh họa cấu trúc khung FDD ví dụ, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 minh họa cấu trúc khung TDD ví dụ, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.7 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền các tín hiệu truyền thông sử dụng OFDM, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.8 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền thông các tín hiệu sử dụng OFDM mà ở đó cấu hình số có thể được tạo cấu hình một cách cơ động, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.9 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền thông các tín hiệu sử dụng OFDM mà ở đó UE có thể sử dụng các cấu hình số khác nhau đối với các loại truyền thông/lưu lượng khác nhau, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.10 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền thông các tín hiệu sử dụng OFDM mà ở đó UE có thể sử dụng cùng cấu hình số đối với các trạm gốc khác nhau, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.11 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền thông các tín hiệu sử dụng OFDM mà ở đó trạm gốc có thể hỗ trợ nhiều hơn một vài cấu hình đối với các UE khác nhau trong các dải tần con khác nhau của cùng dải tần con, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.12 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp cấu hình truyền thông với thiết bị truyền thông phù hợp với các khía cạnh của sáng chế;

Fig.13 là hình vẽ minh họa về các dạng sóng OFDM và khoảng cách sóng mang con; và

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong các mạng không dây thông thường, các số cố định đã được dùng để cho phép dễ thiết kế. Các thông số của số thường được thiết đặt dựa vào sự hiểu biết về các thông số sử dụng thông thường của mạng. Trong các mạng tương lai, các nhu cầu đa dạng hơn phải được phục vụ. Các mạng tương lai có thể hoạt

động ở nhiều tần số khác nhau và phục vụ nhiều thiết bị khác nhau. Sự đáp ứng các yêu cầu khác nhau đối với các mạng không dây tương lai, chẳng hạn như các mạng không dây thế hệ thứ năm (5G), có thể được thực hiện theo nhiều cách tiếp cận. Theo cách tiếp cận thứ nhất, mà có thể được coi là tương thích ngược với LTE, các tần số mẫu và các tần số sóng mang con được lựa chọn làm các bội số nguyên của các tần số mẫu và các tần số sóng mang con đã được thiết lập cho LTE. Theo cách tiếp cận thứ hai, mà có thể được coi là có tính tương thích thuận, các tần số mẫu và các tần số sóng mang con liên quan chặt chẽ với các tần số mẫu và các tần số sóng mang con được thiết đặt cho LTE, nhưng không phải là các bội số nguyên. Đối với cách tiếp cận thứ nhất, tương thích ngược với giải pháp LTE, có hai phiên bản của các giải pháp dựa vào có bao nhiêu độ dài ký hiệu và độ dài tiền tố tuần hoàn (CP) trong khung con hoặc khoảng thời gian truyền. Các giải pháp phiên bản thứ nhất hoàn toàn tương thích với LTE và bao gồm việc sử dụng bảy ký hiệu hoặc các ký hiệu “7(1,6)” trong khung con. Ký hiệu 7(1,6) thể hiện sơ đồ với độ dài CP thứ nhất cho một ký hiệu trong số bảy ký hiệu và độ dài CP thứ hai cho sáu ký hiệu còn lại. Đối với tính tương thích hoàn toàn với LTE, hai độ dài CP và chi phí CP trong khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz được sắp xếp để giống như hai độ dài CP và chi phí CP của LTE hiện thời. Các giải pháp phiên bản thứ hai có thể được xem là tương thích chặt chẽ với LTE theo nghĩa là chi phí CP và bảy ký hiệu của chúng trong khung con là giống như chi phí CP và số lượng của các ký hiệu được sử dụng cho LTE hiện thời, tuy nhiên, các ký hiệu với các độ dài CP khác nhau được phân bổ theo cách khác với LTE, ví dụ, 7(3,4) và 7(2,5).

Trong LTE, thông số khoảng thời gian truyền (TTI) được sử dụng để đề cập đến thời gian truyền đối với tập hợp được định rõ của các ký hiệu OFDM. Theo một số ví dụ, TTI có thể cũng được đề cập đến là “đơn vị thời gian truyền (Transmission Time Unit, viết tắt là TTU)” hoặc “khoảng thời gian khung con”, mà chỉ báo ký hiệu lớp vật lý (Physical, viết tắt là PHY) và cấu trúc thời gian khung. Tương tự TTI, TTU và “khoảng thời gian khung con” đều bằng tổng của khoảng thời gian ký hiệu hữu dụng và chi phí ký hiệu bất kỳ chẳng hạn như thời

gian CP tiền tố tuần hoàn đối với tất cả các ký hiệu OFDM bao gồm trong một tập hợp. Đối với cách tiếp cận thứ hai, với tính tương thích thuận, các cấu hình số ký hiệu linh hoạt có thể được xem xét trên khoảng thời gian truyền (TTI). Đối với SS gốc bất kỳ, số bất kỳ của các ký hiệu trên mỗi TTI có thể được tạo cấu hình. Điều này có thể được đề cập đến là giải pháp N tùy nghi (discretionary N, viết tắt là dN), dựa vào các yêu cầu khác nhau của các ứng dụng, chẳng hạn như độ trễ, điều khiển/dữ liệu, các cấu hình TDD/FDD, và cùng tồn tại, v.v.. Như sẽ được đề cập dưới đây, thuật ngữ “cùng tồn tại” liên quan đến hai hoặc nhiều dải con được sử dụng cho kết nối nhất định sử dụng các số thích hợp.

Trong các phương án lấy làm ví dụ, đối với các giải pháp tương thích thuận và ngược, phương pháp và tiêu chí thiết kế là như sau: đối với khoảng cách sóng mang con cơ sở bất kỳ (15 kHz, 16,875 kHz, 17,5 kHz, 22,5 kHz, 16,5 kHz, v.v.), các trị số khoảng cách sóng mang con mở rộng được nguyên (Subcarrier Spacing, viết tắt là SS) có mối tương quan mở rộng được đảo trên các CP đối với chi phí CP nhất định. Ngoài ra, các trị số SS mở rộng được nguyên có mối tương quan mở rộng được đảo trên cả CP và TTI đối với số lượng các ký hiệu nhất định và chi phí CP nhất định. Các TTI lớn hơn có thể được liên kết bởi các TTI nhỏ hơn, trong đó TTI nhỏ nhất (hoặc đơn vị TTI cơ bản) bao gồm số lượng các ký hiệu nhỏ nhất mà là hợp lệ đối với sự thực hiện cấu hình được trong TTI trong khoảng cách sóng mang con cơ sở như vậy. Chẳng hạn, sơ đồ sử dụng khoảng cách sóng mang con 15 kHz là hợp lệ với bảy ký hiệu trên mỗi TTI để thực hiện sơ đồ tương thích ngược với LTE. Ví dụ khác, sơ đồ sử dụng khoảng cách sóng mang con 16,875 kHz là hợp lệ với một ký hiệu trên mỗi TTI để thực hiện. Các cấu hình thông số (ví dụ, SS, TTI, CP) dựa vào các yêu cầu khác nhau của các ứng dụng, chẳng hạn như độ trễ, điều khiển/dữ liệu, các cấu hình TDD/FDD, và cùng tồn tại, v.v..

Trong các phương án lấy làm ví dụ, mạng truyền thông được mô tả sử dụng hệ thống truyền OFDM trong đó các thông số truyền OFDM, chẳng hạn như thông số khoảng cách sóng mang con, có thể được tạo cấu hình để đáp ứng

các yêu cầu khác nhau mà có thể được đặt trên mạng. Các yêu cầu như vậy có thể liên quan đến các hệ số chẳng hạn như tốc độ của thiết bị người dùng (UE), sử dụng của các dải tần số cao, hoặc sử dụng các thiết bị truyền thông độ rộng dải tần số có khoảng hẹp, chi phí thấp. Về vấn đề này, các sơ đồ số OFDM được mô tả ở đây có thể được áp dụng cho các cấu trúc khung radio đối với cả chế độ FDD và TDD trong mạng không dây. Theo cách thích hợp, các sơ đồ số OFDM cho phép một hoặc nhiều: các tùy chọn khoảng cách sóng mang con; các tùy chọn khoảng thời gian truyền (TTI); các tùy chọn tiền tố tuần hoàn (CP); nhiều tùy chọn độ rộng dải tần sóng mang; và các kích thước biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform, viết tắt là FFT). Do đó, các sơ đồ số OFDM có thể đủ linh hoạt để đáp ứng các yêu cầu khác nhau mà có thể phát sinh trong mạng không dây.

Các phương án lấy làm ví dụ được mô tả ở đây trong đó các thông số của hệ thống OFDM lọc (Filtered OFDM, viết tắt là F-OFDM) có thể, trong ít nhất một vài ứng dụng, là tạo cấu hình được để hỗ trợ nhiều dạng sóng, nhiều sơ đồ truy cập và nhiều cấu trúc khung, nhờ đó cho phép một loạt các kịch bản ứng dụng và các yêu cầu phục vụ. Bằng cách ví dụ, Fig.1 minh họa giản đồ tín hiệu thời gian-tần số F-OFDM minh họa sự ứng dụng của bộ lọc dải con để tạo ra các nhóm OFDM sóng mang con có ba khoảng cách giữa các sóng mang con khác nhau, các khoảng thời gian ký hiệu OFDM và các khoảng bảo vệ. Bằng cách cho phép nhiều cấu hình thông số, F-OFDM có thể, trong ít nhất một vài ứng dụng, cho phép sự lựa chọn tối ưu các thông số đối với mỗi nhóm dịch vụ và, do đó, có thể tạo điều kiện tăng hiệu suất toàn bộ hệ thống.

Trong các phương án lấy làm ví dụ, số OFDM với các dấu hiệu mở rộng được được thiết kế với các TTI mà được đo tuyến tính hoặc ngược lại với các tùy chọn khoảng cách sóng mang con để duy trì tập hợp giới hạn của các tần số mẫu đối với các kích thước FFT khác nhau. Trong một vài ứng dụng, cấu hình như vậy có thể làm giảm tính phức tạp của giao diện mạng được sử dụng trong thiết bị truyền thông – ví dụ, tính phức tạp trong việc thực hiện chipset trong các

thiết bị thu có thể được làm giảm. Theo một số phương án lấy làm ví dụ, các sơ đồ CP và TTI được tối ưu hóa được đưa ra để đạt được các ứng dụng một cho tất cả (one for all) đối với mỗi tùy chọn khoảng cách sóng mang con.

Theo phương án lấy làm ví dụ, hệ thống truyền thông cho phép các lựa chọn các khoảng cách sóng mang con (SS) (SS1, SS2, SS3,..., SSN, trong đó $N \geq 2$), trong đó các khoảng thời gian ký hiệu hữu dụng của chúng ($t_1, t_2, t_3, \dots, t_N$) là nghịch đảo của các trị số khoảng cách sóng mang con tương ứng của chúng, các khoảng thời gian CP ($cp_1, cp_2, cp_3, \dots, cp_N$) và các khoảng thời gian truyền (TTI1, TTI2, TTI3,..., TTIN) cần được thiết lập. Để làm giảm toàn bộ các tần số mẫu được sử dụng bởi mạng truyền thông và các thiết bị người dùng, theo một phương án lấy làm ví dụ, sơ đồ số và tiêu chí được sử dụng sao cho, đối với hệ số tỷ lệ bất kỳ (trong trường hợp này, số nguyên M), ta có:

$$\text{nếu } SS_i = M * SS_j, \text{ thì } cp_i = \frac{cp_j}{M} \quad (1)$$

mà ở đó $1 \leq i, j \leq N, i \neq j$ và mà ở đó TTI_i và TTI_j đều bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu OFDM, một ký hiệu DM mà được tạo nên từ phần hữu dụng OFDM và phần CP. Mỗi trong số TTI_i và TTI_j mở rộng được trên SS_i và SS_j theo cùng mối tương quan như được minh họa theo phương trình (1) khi TTI_i và TTI_j chứa cùng số lượng ký hiệu OFDM. Hệ số tỷ lệ, M, có thể là số bất kỳ (ngoại trừ 1), bao gồm các trị số chẵn hoặc 2^n mà ở đó n là số nguyên khác không, dựa vào nhu cầu và các yêu cầu thiết kế. Các đòi hỏi và các yêu cầu thiết kế có thể bao gồm, ví dụ, tối thiểu hóa các tác động của tính di động, nhiễu pha và/hoặc sự lan truyền trễ của các môi trường. Đối với các phương án lấy làm ví dụ với khả năng tương thích ngược được mô tả ở đây, xem xét các nguyên tắc dưới đây.

a. Tập hợp các khoảng cách sóng mang con $\{SS_i, i = 1, 2, \dots, N\}$ bao gồm khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz (giống như khoảng cách sóng mang con LTE) và khoảng cách sóng mang con mà là các phiên bản của khoảng cách sóng mang con cơ sở được mở rộng lên hoặc xuống để tạo ra các khoảng cách

sóng mang con cao hơn và thấp hơn, chẳng hạn như 30 kHz, 60 kHz và 7,5 kHz. Ngoài ra, số mở rộng này được dựa vào tần số mẫu cơ sở là 30,72 MHz, tần số mẫu giống như được sử dụng cho LTE.

b. TTI_i bất kỳ cho SS_i cụ thể có thể được kết hợp với một hoặc nhiều ký hiệu OFDM, trong đó các ký hiệu có thể có các độ dài giống hoặc khác nhau trong TTI , và mà ở đó các độ dài khác nhau, khi chúng xuất hiện, do sử dụng của các loại tiền tố tuần hoàn khác nhau (các CP), đều có các độ dài CP khác nhau.

c. Mỗi ký hiệu OFDM bao gồm phần CP (với độ dài thời gian là T_{cp}) và một phần tín hiệu OFDM hữu dụng (với độ dài thời gian là T_u), tổng khoảng thời gian ký hiệu là $T_{cp} + T_u$, trong đó, đối với SS_i với TTI_i , $T_u = \frac{1}{SS_i}$ và T_{cp} được lựa chọn sao cho $T_{cp} + T_u$ chia được cho thời gian lấy mẫu T_s ; ví dụ, đối với 15 kHz SS được áp dụng cho độ rộng dải tần 20 MHz với kích thước FFT là 2048, tần số mẫu là 30,72 MHz ($SS_i * \text{kích thước FFT}$) và thời gian lấy mẫu $T_s = 1/30,72 \text{ MHz} = 0,0326 \mu s$.

d. Đối với SS_i bất kỳ, hai hoặc nhiều thành phần TTI_i nhỏ có thể được liên kết thành một TTI lớn.

e. Các ký hiệu bao gồm TTI hoặc TTI (lớn hơn) được liên kết, với các độ dài CP (và, do đó, ký hiệu) khác nhau, có thể được sắp xếp theo các thứ tự khác nhau (hoặc nhóm, hoặc bố trí lại ký hiệu) để đáp ứng các yêu cầu khác nhau chẳng hạn như TTI hoặc sự căn chỉnh ranh giới khung con và/hoặc các sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu trong các khung con FDD và/hoặc TDD/các TTI trên các tùy chọn các dải tần con/số khác nhau (ví dụ, khoảng cách sóng mang con 15 kHz và 30 kHz) trong độ rộng dải tần sóng mang con của hệ thống. Chẳng hạn, nếu bảy ký hiệu (có hai loại độ dài ký hiệu do hai loại độ dài CP) trong TTI có các nhóm 3- và 4- ký hiệu, tức là, ba ký hiệu $s1$ và bốn ký hiệu $s2$, tất cả các sự kết hợp khác nhau của các ký hiệu trong TTI là hợp lệ để xây dựng TTI , ví dụ, $s1s1s1s2s2s2s2$, $s2s2s2s2s1s1s1$, $s2s2s1s1s1s2s2$, v.v.. Đối với TTI được liên kết bao gồm hai hoặc nhiều TTI , tất cả các ký hiệu thành phần trong TTI được liên kết có thể có các kết hợp có thứ tự khác nhau trên TTI được liên kết; ví dụ, nếu hai TTI nêu trên được liên kết thành một TTI lớn hơn bao gồm 14 ký

hiệu (với sáu ký hiệu s1 và tám ký hiệu s2), các kết hợp có thứ tự khác nhau của 14 ký hiệu bao gồm:

s1s1s1s2s2s2s2s1s1s1s2s2s2s2;
 s2s2s2s2s1s1s1s2s2s2s2s1s1s1;
 s2s2s1s1s1s2s2s2s2s1s1s1s2s2;
 s1s1s1s1s1s1s2s2s2s2s2s2s2s2;
 s2s2s2s2s2s2s2s2s1s1s1s1s1s1; và
 s2s2s2s2s1s1s1s1s1s1s2s2s2s2; v.v..

Các đặc tính mở rộng được đề xuất trên thiết kế số được thiết lập sao cho TDD khung con hoặc sự căn chỉnh ranh giới TTI sẽ xảy ra tự nhiên xét về khoảng cách sóng mang con nhỏ nhất trong số các tùy chọn số khác nhau. Ngoài ra, việc mở rộng sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu TDD là đơn giản bằng cách sắp xếp lại hoặc bố trí lại ký hiệu bổ sung trong các TTI hoặc các khung con, mà được nêu trên trong phần e). Ví dụ, xem xét ba tùy chọn khoảng cách sóng mang con mở rộng được 7(1,6) với các cấu hình LTE CP thông thường (NCP): 15 kHz, 30 kHz và 60 kHz, đều có đơn vị TTI cơ bản/khung con chứa 1 ký hiệu OFDM dài ($S_0 = T_{cp0} + T_{useful}$) và 6 ký hiệu OFDM ngắn ($S_1 - S_6$, mỗi ký hiệu độ dài = $T_{cp1} + T_{useful}$); đối với sự cùng tồn tại của TDD, ranh giới ký hiệu có thể được căn chỉnh dễ dàng đối với ký hiệu số 15 kHz và cấu trúc khung con, như được thể hiện trong bảng A, trong đó sắp xếp lại thứ tự ký hiệu trong (các) TTI giữa các số dải tần con khác nhau có thể làm cho các ranh giới ký hiệu và khung con được căn chỉnh hoàn toàn đối với 15 kHz. Lưu ý rằng một đơn vị thời gian TTI cơ bản/khung con là khoảng cách sóng mang con 15 kHz, ví dụ, bao gồm 7 ký hiệu, tương đương với hai đơn vị thời gian cơ bản là 30 kHz (ví dụ, với 14 ký hiệu) và bốn đơn vị thời gian cơ bản là 60 kHz (ví dụ, với 28 ký hiệu), tất cả là 0,5 ms (tức là, sự căn chỉnh ranh giới khung con xét về số khoảng cách sóng mang con nhỏ nhất). Ngoài ra, (các) vị trí ký hiệu dài đối với các tùy chọn số khác nhau trong bảng A có thể được bố trí lại và được đặt vào các vị trí khác nhau nằm trong khung con; ví dụ, vị trí ký hiệu đầu tiên, ở giữa hoặc cuối cùng theo yêu cầu, trong khi các sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu có thể vẫn được

duy trì. Theo ví dụ khác, đối với các cấu hình khoảng cách sóng mang con là 7,5 kHz, 15 kHz và 30 kHz (hoặc lớn hơn), các sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu và khung con có thể được tạo ra theo cùng cách, bằng cách sắp xếp lại các ký hiệu nằm trong các khung con, trong đó các sự định thời biên được tính bằng số khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz trong nhóm này, và một đơn vị thời gian TTI cơ bản/khung con là khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz, ví dụ, bao gồm 7 ký hiệu, tương đương với hai đơn vị thời gian cơ bản là 15 kHz (ví dụ, với 14 ký hiệu) và bốn đơn vị thời gian cơ bản là 30 kHz (ví dụ, với 28 ký hiệu), tất cả là 1 ms.

15 kHz	S0				S1				S2				S3				S4				S5				S6			
30 kHz	S0		S0		S1		S1		S2		S2		S3		S3		S4		S4		S5		S5		S6		S6	
60 kHz	S0	S0	S0	S0	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4	S5	S5	S5	S5	S6	S6	S6	S6

Bảng A: Sự sắp xếp lại ký hiệu và sự căn chỉnh ranh giới đối với các tùy chọn số mở rộng được

Theo phương án khác, các tùy chọn số mở rộng được 7(1,6) có thể được tạo ra theo cách khác để làm cho các ranh giới ký hiệu được căn chỉnh, mà được mô tả như sau: Dựa vào số khoảng cách sóng mang con nhỏ nhất và cơ sở với cấu hình LTE CP thông thường (NCP) trong đó một ký hiệu có một CP dài và sáu ký hiệu với 6 CP ngắn, khoảng thời gian khe hở cố định được định rõ như sự khác nhau của hai độ dài CP; sau đó số mới bất kỳ được tạo ra và được mở rộng (nghịch đảo) với các trị số khoảng cách sóng mang con trong phần khung con ngoại trừ khoảng thời gian khe hở cố định, đối với các ký hiệu hữu dụng và các CP ngắn (bao gồm ký hiệu thứ nhất với CP dài mà ở đó chia thành một CP ngắn + khoảng thời gian khe hở cố định). Chẳng hạn, trong bảng A, sự căn chỉnh ký hiệu dựa vào số 15 kHz. Nếu định rõ khoảng thời gian khe hở cố định đối với 15 kHz, $g = T_{cp0} - T_{cp1}$, thì ký hiệu thứ nhất của nó $S0 = S1 + g$, trong đó khoảng thời gian g không được mở rộng khi tạo ra các tùy chọn số khác nhưng phần khung con khác (ngoại trừ khoảng thời gian h) mở rộng được. Kết quả là, sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu (và khung con) có thể đạt được dễ dàng theo cách như được thể hiện trong bảng B, trong đó mỗi (mở rộng được) số có khoảng thời

gian (g) được cố định (hoặc không được mở rộng) thông thường mà sẽ được sử dụng như CP bổ sung đối với ký hiệu thứ nhất. Ngoài ra, vị trí của khoảng thời gian khe hở cố định, có thể dịch chuyển xung quanh và được đặt vào phía trước ký hiệu bất kỳ của số (ví dụ, 15 kHz), chẳng hạn như ký hiệu S6 để làm tăng ký hiệu độ dài CP này bằng g.

15kHz	g	S1				S1				S2				S3				S4				S5				S6			
30kHz	g	S1		S1		S1		S1		S2		S2		S3		S3		S4		S4		S5		S5		S6		S6	
60kHz	g	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S3	S3	S3	S3	S4	S4	S4	S4	S5	S5	S5	S5	S6	S6	S6	S6

Bảng B: Sơ đồ số mở rộng được khác và các sự căn chỉnh ranh giới ký hiệu/khung con

Bảng 1 thể hiện năm tập hợp của các tùy chọn số OFDM, với mỗi tập hợp định rõ các thông số sau đây: khoảng cách sóng mang con, khoảng thời gian ký hiệu hữu dụng (T_u) đối với mỗi ký hiệu, độ dài CP, # của các ký hiệu và TTI. Theo ví dụ được trình bày trong bảng 1 dưới đây, các tùy chọn được kết hợp với các khoảng cách sóng mang con là 3,75 kHz, 7,5 kHz, 15 kHz, 30 kHz và 60 kHz. Đặc biệt là, với 15 kHz làm khoảng cách sóng mang con cơ sở, 30 kHz đại diện cho mối tương quan tỷ lệ nguyên (phép nhân) với số nguyên là 2 và 60 kHz đại diện cho mối tương quan tỷ lệ nguyên (phép nhân) với số nguyên là 4. Ngoài ra, 7,5 kHz đại diện cho mối tương quan tỷ lệ nguyên (phép chia) với số nguyên là 2 và 3,75 kHz với số nguyên là 4. Theo ví dụ được trình bày trong bảng 1, các khoảng cách sóng mang con là 3,75 kHz, 7,5 kHz, 15 kHz, 30 kHz và 60 kHz có các TTI lần lượt là 2 ms, 1 ms, 0,5 ms, 0,250 ms và 0,125 ms. Số lượng của các ký hiệu OFDM đối với mỗi TTI được thiết đặt đến bảy đối với tất cả năm tùy chọn khoảng cách sóng mang con. Ký hiệu là 7(1,6) có thể được hiểu là, đối với bảy ký hiệu OFDM, có một loại ký hiệu thứ nhất (loại 1) và sáu loại ký hiệu thứ hai (loại 2). Nói cách khác, các ký hiệu OFDM nằm trong tập thông số có thể có nhiều hơn một loại ký hiệu cùng tồn tại trong các dải tần con khác nhau. Theo ví dụ được trình bày trong bảng 1, các loại ký hiệu được phân biệt bởi độ dài CP riêng biệt. Đối với khoảng cách sóng mang con là 7,5 kHz, ví dụ, một trong số bảy ký hiệu là ký hiệu loại 1 có CP 10,42 μ s và sáu ký hiệu là các ký hiệu loại 2 có CP 9,38 μ s. Ngoài ra, cần được hiểu rõ rằng các độ dài CP có trong các ký

hiệu OFDM tương ứng cũng mở rộng được đối với các tùy chọn khoảng cách sóng mang con khác nhau.

Như có thể thấy được từ bảng 1, đối với một loại tín hiệu số, khoảng cách sóng mang con và phần hữu dụng OFDM có mối tương quan tỉ lệ với khoảng cách sóng mang con và phần hữu dụng OFDM trong loại tín hiệu số khác. Chẳng hạn, trong tập thông số được kết hợp với khoảng cách sóng mang con 3,7 kHz, khoảng thời gian ký hiệu hữu dụng (T_u) đối với mỗi ký hiệu bằng hai lần khoảng thời gian ký hiệu hữu dụng (T_u) được định rõ cho khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz. Độ dài CP và ký hiệu OFDM trong cùng loại có mối tương quan tỉ lệ với độ dài CP và ký hiệu OFDM trong loại tín hiệu số khác trong khi duy trì cùng chi phí CP. Chẳng hạn, trong tập thông số được kết hợp với khoảng cách sóng mang con 3,7 kHz, các độ dài CP loại 1/ ký hiệu OFDM và CP loại 2/ký hiệu OFDM bằng hai lần các độ dài CP loại 1/ký hiệu OFDM và CP loại 2/ký hiệu OFDM tương ứng được định rõ đối với khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz, sao cho chi phí CP đối với mỗi tập thông số là giống nhau ở 6,7%. Do đó, độ dài TTI có mối tương quan tỉ lệ với độ dài TTI trong loại tín hiệu số khác thiết đặt trong khi duy trì cùng số lượng các ký hiệu trên mỗi TTI. Ngoài ra, một số thông số có mối tương quan tỉ lệ giữa các tập khác nhau với các thông số khác. Một số thông số có mối tương quan tỉ lệ nghịch giữa các tập khác nhau với các thông số khác.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	3,75	7,5	15	30	60
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	266,67	133,33	66,67	33,33	16,67
Độ dài CP (μ s)	20,84, 18,76	10,42, 9,38	5,2, 4,7	2,60, 2,34	1,30, 1,17
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(1,6)	7(1,6)	7(1,6)	7(1,6)	7(1,6)
TTI (ms)	2	1	0,5	0,250	0,125
Chi phí CP	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%
(1) Khoảng thời gian CP loại 1 (μ s)	20,83	10,42	5,21	2,60	1,30
(2) Khoảng thời gian CP loại 2 (μ s)	18,75	9,38	4,69	2,34	1,17
(3) Khoảng thời gian phần hữu dụng OFDM (μ s)	266,67	133,33	66,67	33,33	16,67
Ký hiệu OFDM loại 1 (μ s): (1)+(3)	287,50	143,75	71,88	35,94	17,97
Ký hiệu OFDM loại 2 (μ s): (2)+(3)	285,42	142,71	71,35	35,68	17,84

Bảng 1. Số ví dụ thứ nhất

Số của ví dụ được trình bày trong bảng 1 nêu trên (được thực hiện qua thiết kế CP) có thể được xem xét xem đã được tối ưu hóa cho thấp chi phí CP hay chưa. Một tập số mở rộng được có khả năng mở rộng được các kích thước FFT và các độ rộng dải tần sóng mang. Các chi tiết cho hai loại ký hiệu được sử dụng trong mỗi tùy chọn khoảng cách sóng mang con được đưa ra trong bảng 2 dưới đây, trong đó cả hai độ dài CP loại 1 và độ dài CP loại 2 đều mở rộng được trên các tùy chọn khoảng cách sóng mang con.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	3,75	7,5	15	30	60
Các kích thước FFT	8192	4096	2048	1024	512
Tần số mẫu (MHz)	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	640	320	160	80	40
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	576	288	144	72	36
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	8192	4096	2048	1024	512
Các kích thước FFT	4096	2048	1024	512	256
Tần số mẫu (MHz)	15,36	15,36	15,36	15,36	15,36
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	320	160	80	40	20
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	288	144	72	36	18
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	4096	2048	1024	512	256
Các kích thước FFT	2048	1024	512	256	128
Tần số mẫu (MHz)	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	160	80	40	20	10
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	144	72	36	18	9
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	2048	1024	512	256	128
Các kích thước FFT	1024	512	256	128	
Tần số mẫu (MHz)	3,84	3,84	3,84	3,84	
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,2604	0,2604	0,2604	0,2604	
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	80	40	20	10	
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	72	36	18	9	
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	1024	512	256	128	

Bảng 2. Chi tiết đối với số ví dụ thứ nhất của bảng 1

Theo các phương án lấy làm ví dụ của sáng chế, các sơ đồ được mô tả có thể được áp dụng cho “các ứng dụng một cho tất cả,” trong đó một số đối với

mỗi khoảng cách sóng mang con (SS) có thể được áp dụng cho tất cả các sự kết hợp khả thi của các độ rộng dải tần mở rộng được và các kích thước FFT khác nhau, như được thể hiện trong bảng 2. Đặc biệt là, trong bảng 2 nêu trên, tần số mẫu lớn nhất được giới hạn ở 30,72 MHz để minh họa một ví dụ về khả năng tương thích ngược đến LTE. Cần phải hiểu rằng không cần thiết phải giới hạn tần số mẫu lớn nhất khi không yêu cầu khả năng tương thích ngược. Các tần số mẫu cao hơn hoặc thấp hơn (liên quan đến các tần số mẫu LTE) có thể được dùng trong các mạng không dây tương lai.

Đối với khoảng cách sóng mang con bất kỳ, các kích thước FFT khác nhau (và, do đó, các tần số mẫu) có thể được sử dụng dựa vào các độ rộng dải tần hệ thống khác nhau. Chẳng hạn, với 30 kHz khoảng cách sóng mang con, bảng 3 dưới đây liệt kê mối tương quan ứng dụng được giữa các độ rộng dải tần hệ thống và các kích thước FFT (và các tần số mẫu).

Độ rộng dải tần (MHz)	2,5	5	10	15	20
Kích thước FFT	128	256	512	512	1024
Tần số mẫu (MHz)	3,84	7,68	15,36	15,36	30,72

Bảng 3. Mối tương quan ứng dụng được giữa các độ rộng dải tần hệ thống và các kích thước FFT đối với khoảng cách sóng mang con 30 kHz.

Như được lưu ý ở trên, hệ số tỷ lệ, M , có thể là số bất kỳ (ngoại trừ 1), bao gồm các số chẵn hoặc các trị số 2^n mà ở đó n là số nguyên khác không, dựa vào nhu cầu và các yêu cầu thiết kế. Theo một số ví dụ, hệ số tỷ lệ là $M=2^n$ được áp dụng, với khoảng cách sóng mang con 15 kHz được sử dụng làm đường cơ sở, trong đó n là số nguyên khác không. Dựa vào nền 15 kHz, mối tương quan tỷ lệ 2^n , có thể đưa ra các tùy chọn khoảng cách sóng mang con là: (lên tới) 30, 60, 120 kHz..., và (xuống tới) 7,5, 3,75 kHz,....

Hai bảng 4 và 5 dưới đây minh họa hai tập ví dụ khác của các tùy chọn đối với các trường hợp của bảy ký hiệu trên mỗi TTI. Cụ thể hơn, bảng 4 đưa ra số OFDM mở rộng được với cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(2,5) và, trong

bảng 5, các sự kết hợp của các kích thước FFT và các độ rộng dải tần đối với số của bảng 4 được thể hiện.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	7,5	15	30	60
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	133,33	66,67	33,33	16,67
Độ dài CP (μ s) (2)	7,29	3,65	1,82	0,91
Độ dài CP (μ s) (5)	10,42	5,21	2,60	1,30
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(2,5)	7(2,5)	7(2,5)	7(2,5)
TTI (ms)	1	0,5	0,250	0,125
Chi phí CP (%)	6,67	6,67	6,67	6,67
(1) Khoảng thời gian CP loại 1 (μ s)	7,2917	3,6458	1,8229	0,9115
(2) Khoảng thời gian CP loại 2 (μ s)	10,4167	5,2083	2,6042	1,3021
(3) Khoảng thời gian phần hữu dụng OFDM (μ s)	133,3333	66,6667	33,3333	16,6667
Ký hiệu OFDM loại 1 (μ s): (1)+(3)	140,6250	70,3125	35,1563	17,5781
Ký hiệu OFDM loại 2 (μ s): (2)+(3)	143,7500	71,8750	35,9375	17,9688

Bảng 4. Số ví dụ thứ hai

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	7,5	15	30	60
Các kích thước FFT	4096	2048	1024	512
Tần số mẫu (MHz)	30,72	30,72	30,72	30,72
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	224	112	56	28
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	320	160	80	40
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	4096	2048	1024	512
Các kích thước FFT	2048	1024	512	256
Tần số mẫu (MHz)	15,36	15,36	15,36	15,36
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	112	56	28	14
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	160	80	40	20
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	2048	1024	512	256
các kích thước FFT	1024	512	256	128
Tần số mẫu (MHz)	7,68	7,68	7,68	7,68
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	56	28	14	7

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	7,5	15	30	60
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	80	40	20	10
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	1024	512	256	128
Các kích thước FFT	512	256	128	
Tần số mẫu (MHz)	3,84	3,84	3,84	
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,2604	0,2604	0,2604	
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	28	14	7	
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	40	20	10	
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	512	256	128	

Bảng 5. Chi tiết cho số ví dụ thứ hai của bảng 4

Các sự khác biệt giữa bảng 1 và bảng 4 bao gồm bảng 1 đưa ra các tùy chọn độ dài CP lớn hơn (dẫn đến độ dài ký hiệu OFDM lớn hơn, cũng như các nhóm của các ký hiệu độ dài giống nhau trong mỗi TTI. Chẳng hạn, với các độ dài CP loại 1 và loại 2 khác nhau trong các thiết kế, bảng 4 đưa ra cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(2,5). Ngược lại, bảng 1 đưa ra cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(1,6).

Các bảng 6 và 7, tiếp theo, minh họa hai ví dụ nữa về các tùy chọn đối với các trường hợp của bảy ký hiệu trên mỗi TTI. Cụ thể hơn, bảng 6 đưa ra số OFDM mở rộng được với cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(3,4) và, trong bảng 7, các sự kết hợp của các kích thước FFT và các độ rộng dải tần đối với số của bảng 6 được thể hiện.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	3,75	7,5	15	30	60
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	166,67	133,33	66,67	33,33	16,67
Độ dài CP (μ s) (3)	16,67	8,33	4,17	2,08	1,04
Độ dài CP (μ s) (4)	20,83	10,42	5,21	2,60	1,30
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7 (3,4)	7 (3,4)	7 (3,4)	7 (3,4)	7 (3,4)
TTI (ms)	2	1	0,5	0,25	0,125
Chi phí CP (%)	6,67	6,67	6,67	6,67	6,67

Bảng 6. Số ví dụ thứ ba

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	3,75	7,5	15	30	60
Các kích thước FFT	8192	4096	2048	1024	512
Tần số lấy mẫu (MHz)	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326

CP loại 1: # của các mẫu thời gian	512	256	128	64	32
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	640	320	160	80	40
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	8192	4096	2048	1024	512
Các kích thước FFT	4096	2048	1024	512	256
Tần số lấy mẫu (MHz)	15,36	15,36	15,36	15,36	15,36
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	256	128	64	32	16
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	320	160	80	40	20
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	4096	2048	1024	512	256
Các kích thước FFT	2048	1024	512	256	128
Tần số lấy mẫu (MHz)	7,68	7,68	7,68	7,68	7,68
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	128	64	32	16	8
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	160	80	40	20	10
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	2048	1024	512	256	128
Các kích thước FFT	1024	512	256	128	64
Tần số lấy mẫu (MHz)	3,84	3,84	3,84	3,84	3,84
Các khoảng mẫu thời gian T_s (μ s)	0,2604	0,2604	0,2604	0,2604	0,2604
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	64	32	16	8	4
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	80	40	20	10	5
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	1024	512	256	128	64

Bảng 7. Chi tiết cho số thứ ba của bảng 6

Các sự khác biệt giữa bảng 1 và bảng 6 bao gồm bảng 6 đưa ra các tùy chọn độ dài CP lớn hơn (dẫn đến độ dài ký hiệu OFDM lớn hơn), cũng như các nhóm của các ký hiệu độ dài giống nhau trong mỗi TTI. Chẳng hạn, với các độ dài CP loại 1 và loại 2 khác nhau trong các thiết kế, bảng 6 đưa ra cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(3,4). Ngược lại, bảng 1 đưa ra cấu trúc ký hiệu trên mỗi TTI là 7(1,6).

Theo một số ví dụ, ranh giới TTI và sự căn chỉnh thời gian của các sơ đồ số khác nhau được sử dụng trong các dải con TDD lân cận có thể được áp dụng để làm giảm bớt nhiễu chéo đường xuống-đường lên giữa các dải con. Về vấn đề này, Fig.2 đưa ra ví dụ mà ở đó ranh giới TTI và sự căn chỉnh thời gian đạt được bằng cách sắp lại thứ tự hoặc sắp xếp lại các ký hiệu OFDM trong (các) TTI. Trên Fig.2, các cấu trúc khung chỉ DL được đưa ra để hỗ trợ tốc độ dữ liệu đỉnh DL, trong đó các tùy chọn khoảng cách sóng mang con 15 kHz và 30 kHz, đều

có các ký hiệu 7(3,4) trên mỗi TTI và đơn vị thời gian cơ bản, được dùng, một cách tương ứng, trong hai dải con của độ rộng dải tần số sóng mang đơn. Các chi tiết ký hiệu cho 15 kHz là: S2 (66,67+5,2) μ s, S1 (66,67+4,17) μ s; Các chi tiết ký hiệu cho 30 kHz các chi tiết là: s2 (33,33+2,6) μ s, s1 (33,33+2,08) μ s. Các chi tiết ranh giới TTI và sự căn chỉnh thời gian giữa hai dải con là: 1) Sự căn chỉnh thời gian với khoảng cách sóng mang con nhỏ hơn 15 kHz TTI. Lưu ý rằng 1 TTI của 15 kHz tương đương với 2 TTI là 30 kHz bằng cách sắp lại thứ tự các ký hiệu. 2) Có khe hở chuyển mạch đối với khoảng bảo vệ (GP) và sự căn chỉnh DL/UL. 3) Có sự căn chỉnh thời gian UL cho ACK/NACK, phản hồi CQI và/hoặc các tín hiệu tham chiếu báo hiệu (Sound Reference Signal, viết tắt là SRS).

Bằng cách sử dụng các sơ đồ được đề xuất ở đây, các giải pháp số có thể được xác định cho mạng và các ứng dụng thiết bị trong các môi trường mà ở đó các sự lan truyền trễ là khác nhau, ví dụ, các môi trường đô thị, các môi trường nông thôn, các môi trường trong nhà, các môi trường ngoài trời, các môi trường ô nhỏ, các môi trường ô lớn, v.v.. Theo các phương án lấy làm ví dụ, nhiều độ dài CP được đưa ra đối với mỗi SS, nhờ đó cho phép đạt được các mục tiêu mong muốn.

Các sơ đồ ví dụ được thiết kế để hỗ trợ tính di động lớn trong các môi trường lan truyền trễ lớn hơn, ví dụ, các vùng nông thôn, được thể hiện trong bảng 8a dưới đây. Các sơ đồ của bảng 8a có các độ dài CP dài hơn cho các tùy chọn khoảng cách sóng mang con lớn hơn (ví dụ, 30 kHz và 60 kHz). Điều có ích là, các CP lớn hơn trong các sơ đồ trong bảng 8a hỗ trợ tính di động lớn trong các môi trường lan truyền trễ lớn hơn. Ngoài ra, các sơ đồ này hỗ trợ số dải con cùng tồn tại. Các đặc tính mở rộng được duy trì cho các chi phí CP nhất định, ví dụ, bảng 8a bao gồm các sơ đồ cho chi phí CP là 13,33% và cho chi phí CP là 6,7%.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	15	30	30	60	60	60
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	66,67	33,33	33,33	16,67	16,67	16,67

Độ dài CP (μ s) (1)	5,2	5,73	2,6	2,86	1,3	3,65
Độ dài CP (μ s) (6 hoặc 12)	4,7	5,08	2,34	2,54	1,17	3,13
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(1,6)	13(1,12)	7(1,6)	13(1,12)	7(1,6)	25(10,15)
TTI (ms)	0,5	0,5	0,25	0,25	0,125	0,5
Chi phí CP	6,70%	13,30%	6,70%	13,30%	6,70%	16,67%

Bảng 8a. Số ví dụ với các độ dài CP khác nhau

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	3,75	3,75	3,75	7,5	7,5	15
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	266,67	266,67	266,67	133,33	133,33	66,67
Độ dài CP (μ s)	20,84, 18,76	66,67, 25	45,83	10,42, 9,38	29,17, 19,79	8,72, 7,36
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(1,6)	17(1,16)	16	7(1,6)	13(1,12)	27(1,26)
TTI (ms)	2	5	5	1	2	2
Chi phí CP	6,70%	9,30%	14,70%	6,70%	13,30%	10,00%

Bảng 8b. Số ví dụ với các độ dài CP khác nhau đối với khoảng cách sóng mang con 15 kHz và thấp hơn.

Các sơ đồ ví dụ khác được thiết kế để hỗ trợ các môi trường lan truyền trễ lớn hơn và định hướng vùng phủ được thể hiện trong bảng 8b. Các bảng 8a và 8b có thể được áp dụng cho các kịch bản sử dụng hoặc các kịch bản dịch vụ và các kịch bản triển khai khác nhau. Các ứng dụng như vậy có thể, ví dụ, bao gồm các kịch bản sử dụng trong các mạng 5G (thế hệ thứ năm) tương lai, ví dụ, dải rộng di động tiên tiến (Enhanced Mobile Broadband, viết tắt là “eMBB”), truyền thông loại máy cỡ lớn (massive Machine-Type Communications, viết tắt là “mMTC”) và truyền thông độ trễ thấp cực kỳ tin cậy (Ultra-Reliable Low-Latency Communications, viết tắt là “URLLC”). Dựa vào các yêu cầu khác nhau xét về sự lan truyền trễ, các tác động Doppler và nhiễu pha, v.v., bảng 8c trong phần dưới đây đưa ra ví dụ cho sự ứng dụng của các sơ đồ số khác nhau đến các kịch bản ứng dụng khác nhau trong 5G.

Các kịch bản sử dụng/dịch vụ	Khoảng cách sóng mang con: ví dụ,	Độ dài CP (μ s): ví dụ,	Độ dài TTI (ms): ví dụ,
eMBB	15 kHz	(5,2, 4,7)	0,5

Truyền MBSFN phát rộng	7,5 kHz	(10,42, 9,38)	1
mMTC	3,75kHz 7,5 kHz	(20,84, 18,76) (10,42, 9,38)	2 1
URLLC	60 kHz	(1,3, 1,17)	0,125

Bảng 8c. Các ứng dụng số ví dụ cho các kịch bản sử dụng khác nhau của mạng 5G

Các ví dụ nêu trên đã thể hiện các sơ đồ khác nhau với nhiều hơn một loại độ dài CP trong các ký hiệu dùng cho TTI, mà các sơ đồ có thể được coi là hoặc là hoàn toàn, 7(1,6), tương thích ngược với LTE hoặc gần, 7(2,5) và 7(3,4), tương thích ngược với LTE.

Trong phần dưới đây, các sơ đồ số được mô tả trong ngữ cảnh của “giải pháp tương thích thuận.” Hai loại độ dài CP trong hệ thống LTE hiện thời có thể được giản hóa bằng cách lựa chọn khoảng cách sóng mang con cơ sở khác với khoảng cách sóng mang con LTE là 15 kHz. Chẳng hạn, mỗi trong số các tùy chọn khoảng cách sóng mang con trong nhóm mà bao gồm 16,875 kHz, 17,5 kHz, 22,5 kHz và 16,5 kHz có đặc tính thích hợp trong đó số của mỗi trong số các tùy chọn khoảng cách sóng mang con có chỉ một độ dài CP trong các ký hiệu OFDM nằm trong TTI, và các chi phí CP mà có thể được tối thiểu hóa. Ngoài ra, TTI có thể bao gồm một vài ký hiệu OFDM đơn, với các khoảng thời gian TTI là các trị số thích hợp chẳng hạn như 0,0625 ms. Sơ đồ như vậy có thể được đề cập đến là giải pháp tương thích thuận.

Đối với các phương án lấy làm ví dụ với tính tương thích thuận được mô tả ở đây, xem xét các nguyên tắc dưới đây.

a. Tập hợp các khoảng cách sóng mang con $\{SS_i, i = 1, 2, \dots, N\}$ có thể thu được theo cách mở rộng được từ khoảng cách sóng mang con cơ sở mà có liên quan chặt chẽ đến khoảng cách sóng mang con LTE là 15 kHz và tần số mẫu LTE là 30,72 MHz. Tần số mẫu cơ sở mới có thể được định rõ bằng cách nhân

tần số mẫu LTE với tỷ số, N/L , và SS gốc mới = $LTE\ SS * N/L$, trong đó N, L là hai số nguyên dương.

b. Đối với khoảng cách sóng mang con cơ sở bất kỳ (16,875 kHz, 17,5 kHz, 22,5 kHz, 16,5 kHz, v.v.), sơ đồ thiết kế dưới đây được đề xuất:

- Hỗ trợ các độ dài CP đơn và thích hợp trên mỗi khoảng cách sóng mang con và chi phí CP được tối thiểu hóa;
- Ký hiệu OFDM đơn đủ tốt trong TTI; và
- Số tùy nghi, N , của (các) ký hiệu trong TTI (dN) có thể được thiết lập, trong đó N là số nguyên dương, và mà ở đó các khoảng thời gian TTI mở rộng được trên N ký hiệu.

Kết quả là, số lượng bất kỳ của các ký hiệu (N tùy nghi, ký hiệu là “ dN ”) trên mỗi TTI có thể được thiết lập, dựa vào các yêu cầu về độ trễ, điều khiển/dữ liệu, TDD/FDD và cùng tồn tại, v.v.. Thiết kế như vậy được đề cập đến ở đây là sơ đồ dN .

Trong ví dụ của phương án dưới đây, $N = 9$ và $L = 8$, khoảng cách sóng mang con cơ sở là 16,875 kHz và tần số mẫu cơ sở là 34,56 MHz, có độ dài CP đơn là 3,24us và khoảng thời gian ký hiệu OFDM đơn là 0,0625 ms. Đối với khoảng cách sóng mang con cơ sở là 16,875 kHz, khoảng thời gian TTI có thể được tạo cấu hình dựa vào các yêu cầu trễ truyền và ứng dụng, mà bao gồm một hoặc nhiều ký hiệu OFDM. Theo cách tương đương, TTI lớn hơn có thể được tạo nên bằng cách liên kết hai hoặc nhiều TTI nhỏ hơn; Ví dụ, TTI nhỏ nhất là 0,0625 ms (và bao gồm chỉ một ký hiệu OFDM) trong bảng dưới đây, TTI 0,5 ms có thể được tạo nên bằng cách liên kết tám TTI nhỏ (0,0625 ms) hoặc hai TTI 0,25 ms.

Các ký hiệu số trên mỗi TTI	T_{cp} (μs)	T_u (ms)	TTI (ms)	Chi phí(%)
1	3,2407	59,2593	0,0625	5,1852
2	3,2407	59,2593	0,125	5,1852
3	3,2407	59,2593	0,1875	5,1852
4	3,2407	59,2593	0,25	5,1852
5	3,2407	59,2593	0,3125	5,1852
6	3,2407	59,2593	0,375	5,1852
7	3,2407	59,2593	0,4375	5,1852

8	3,2407	59,2593	0,5	5,1852
16	3,2407	59,2593	1	5,1852

Bảng 9. Cho $SS = 16,875$ kHz và $T_s = 0,0289$ μ s

Bằng cách lựa chọn các trị số N và L thích hợp khác nhau, các tùy chọn khoảng cách sóng mang con cơ sở khác có thể được xem xét, chẳng hạn như 17,5 kHz, 22,5 kHz, 16,5 kHz và 26,25 kHz đối với giải pháp tương thích thuận. Mỗi trong số các tùy chọn này sẽ có các đặc điểm ứng dụng được cho các kịch bản ứng dụng và các môi trường cụ thể. Các tùy chọn này được liệt kê trong bảng 10 dưới đây.

SS gốc (kHz)	17,5	22,5	16,5	26,25
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	57,14	44,44	60,61	38,10
Độ dài CP (μ s)	5,36	5,56	1,89	3,57
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	8	10	8	12
TTI (ms)	0,50	0,50	0,50	0,50
chi phí CP	8,6%	11,1%	3,0%	8,6%

Bảng 10. Các tùy chọn cho khoảng cách sóng mang con cơ sở

Bằng cách sử dụng khoảng cách sóng mang con cơ sở là 16,875 kHz, số mở rộng được có thể được tạo ra bằng cách mở rộng khoảng cách sóng mang con cơ sở này lên hoặc xuống, như đã được nêu trên trong ngữ cảnh là 15 kHz, với độ dài CP và độ dài TTI cũng được mở rộng thích hợp. Hai bảng dưới đây đưa ra hai ví dụ số được tạo ra với khoảng cách sóng mang con cơ sở là 16,875 kHz, trong đó đối với chi phí CP nhất định là 5,18%, các khoảng thời gian CP là mở rộng được ngược với các trị số khoảng cách sóng mang con tương ứng của chúng. Ngoài ra, đối với số lượng các ký hiệu nhất định được tạo cấu hình trong mỗi TTI (ví dụ, 7 hoặc 8), các khoảng thời gian TTI cũng là mở rộng ngược của các trị số khoảng cách sóng mang con tương ứng của chúng.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	4,219	8,438	16,875	33,75	67,5
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	237,04	118,52	59,26	29,63	14,81
Thời gian CP (μ s)	12,96	6,48	3,24	1,62	0,81
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7	7	7	7	7
TTI (ms)	1,750	0,875	0,438	0,219	0,109
Chi phí CP	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%

Bảng 11. Các sơ đồ với số mở rộng được khoảng cách sóng mang con cơ sở 16,875 kHz (d7, 5,18%)

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	4,219	8,438	16,875	33,75	67,5
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	237,04	118,52	59,26	29,63	14,81
Thời gian CP (μ s)	12,96	6,48	3,24	1,62	0,81
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	8	8	8	8	8
TTI (ms)	2,000	1,000	0,500	0,250	0,125
Chi phí CP	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%

Bảng 12. Các sơ đồ với số mở rộng được khoảng cách sóng mang con cơ sở 16,875 kHz (d8. 5,18%)

Số dN có thể được sử dụng với các dải con cho các ứng dụng nhất định mà có thể có lợi từ sơ đồ như vậy. Ứng dụng như vậy có thể, ví dụ, bao gồm dải rộng di động tiên tiến (“eMBB”), các truyền thông loại máy cỡ lớn (“mMTC”) và truyền thông độ trễ thấp cực kỳ tin cậy (“URLLC”). Khi được lên kế hoạch đúng, các dải con có thể cùng tồn tại. Xác định liệu có thực hiện các dải con cùng tồn tại có thể dựa trên các yêu cầu được thiết lập đối với các ứng dụng mà các dải con cùng tồn tại sẽ được sử dụng. Các yêu cầu như vậy bao gồm yêu cầu liên quan đến độ trễ, TDD/FDD và các môi trường.

Một ví dụ được thể hiện dưới đây là tìm số cho mMTC với các ứng dụng <1 ms sử dụng khoảng cách sóng mang con là 8,438 kHz. Đối với thiết kế ký hiệu 2^N , giải pháp thích hợp là có cấu hình là 4 ký hiệu để xây dựng TTI là 0,5 ms (vì 8 ký hiệu sẽ làm cho TTI bằng 1 ms), trong khi giải pháp dN được đề xuất có thể tạo cấu hình 7 ký hiệu trong TTI, kết quả là 0,875 ms (<1m). Lợi thế của giải pháp dN là chi phí điều khiển được làm giảm. Trong ứng dụng này, nếu một nửa của ký hiệu được sử dụng để điều khiển, nghĩa là, chi phí điều khiển là 7% (=0,5/7) đối với giải pháp d7, trong khi giải pháp 2^N sẽ phải chịu chi phí điều khiển 12,5% (=0,5/4).

mMTC với các ứng dụng < ms	Giải pháp 2^N : 2^2		Giải pháp dN: d7
Khoảng cách sóng mang con (kHz)	8,438	8,438	8,438
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	118,52	118,52	118,52
Thời gian CP (μ s)	6,48	6,48	6,48
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	8	4	7
TTI (ms)	1,000	0,500	0,875
Chi phí CP	5,18%	5,18%	5,18%

Bảng 13. Số ví dụ thứ nhất cho mMTC

Sơ đồ dN được đề xuất ở đây cho phép cho các cấu hình số ký hiệu linh hoạt trên mỗi TTI hơn là giới hạn số hợp lệ của các ký hiệu trên mỗi TTI đến 2^N . Sự cho phép này cho cả hai số lẻ và số chẵn của các ký hiệu trong TTI có thể làm cho các cấu hình cùng tồn tại linh hoạt và hiệu quả hơn. Theo một ví dụ, thiết kế 2^N chỉ có cấu hình là hai ký hiệu trên mỗi TTI khi sử dụng khoảng cách sóng mang con 8,438 kHz. So sánh với giải pháp ký hiệu dN 3, nếu 1/4 ký hiệu được phân bổ để điều khiển, chi phí là 8,3% đối với thiết kế dN ngược lại với 12,5% chi phí cho thiết kế 2^N , mà được thể hiện trong bảng dưới đây.

mMTC với các ứng dụng < ms	Giải pháp 2^N : 2^1 và 2^2		Giải pháp dN: d3 và d6	
Khoảng cách sóng mang con (kHz)	8,438	16,875	8,438	16,875
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	118,52	59,26	118,52	59,26
Thời gian CP (μ s)	6,48	3,24	6,48	3,24
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	2	4	3	6
TTI (ms)	0,250	0,250	0,375	0,375
Chi phí CP	5,18%	5,18%	5,18%	5,18%

Bảng 14. Số ví dụ thứ hai cho mMTC

Đối với số dN, nhiều tùy chọn CP có thể được tìm thấy để đáp ứng các ứng dụng và các môi trường khác nhau, trong đó CP dài hơn được yêu cầu cho các tùy chọn khoảng cách sóng mang con cao hơn. Có kỳ vọng rằng có sự cân bằng giữa độ dài CP và chi phí CP cho khoảng cách sóng mang con được đưa ra bất kỳ. Bảng dưới đây là một ví dụ để cung cấp các tùy chọn CP khác nhau cho một khoảng cách sóng mang con, tức là, số (d15, 11,11%) và (d8, 5,18%), trong đó số các ký hiệu lẻ trong TTI được yêu cầu cho cấu hình để giúp đạt được lớn hơn nhưng các độ dài CP loại đơn với chi phí CP được tối thiểu hóa. Cần lưu ý rằng cho chi phí CP xác định bất kỳ (hoặc là 5,18% hoặc 11,11%), các đặc điểm mở rộng được duy trì đối với các khoảng thời gian CP (tỷ lệ nghịch) với các trị số khoảng cách sóng mang con; ngoài ra, đối với số lượng các ký hiệu nhất định trên mỗi TTI, các khoảng thời gian TTI cũng được mở rộng (nghịch đảo) với các trị số khoảng cách sóng mang con tương ứng của chúng.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	16,875	33,75	33,75	67,5	67,5
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	59,26	29,63	29,63	14,81	14,81

Thời gian CP (μ s)	3,24	3,7	1,62	1,85	0,81
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	8	15	8	15	8
TTI (ms)	0,5	0,5	0,25	0,25	0,125
Chi phí CP	5,18%	11,11%	5,18%	11,11%	5,18%

Bảng 15. Các tùy chọn khác đối với khoảng cách sóng mang con cơ sở

Một ví dụ khác trong bảng 16 dưới đây được đưa ra cho khoảng cách sóng mang con cơ sở khác để tạo ra số mở rộng được. Điều này có thể được tạo ra bằng cách mở rộng khoảng cách sóng mang con cơ sở là 13,125 kHz (với tần số mẫu cơ sở là 26,88MHz) lên hoặc xuống.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	6,5625	13,125	26,25	52,5
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	$\sim 152,38$	$\sim 76,19$	$\sim 38,10$	$\sim 19,05$
Thời gian CP (μ s)	$\sim 14,28$	$\sim 7,14$	$\sim 3,57$	$\sim 1,785$
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	12	12	12	12
TTI (ms)	2	1	0,5	0,25
Chi phí CP	8,5%	8,5%	8,5%	8,5%

Bảng 16. Số ví dụ khác

Thiết kế số mở rộng được có thể ứng dụng được cho các dải tần số khác nhau, bao gồm dải con 6 GHz, các dải tần số thấp (0,7-3,0 GHz) và trung bình (3-6 GHz), và các dải tần số cao hoặc sóng milimet (mmW) (6 GHz $\sim$ 100 GHz). Đối với các dải tần số cao thường yêu cầu khoảng cách sóng mang con cao do các tác động nhiễu pha, các khoảng thời gian ký hiệu sẽ ngắn hơn đáng kể, hoặc chi phí CP với sẽ cao hơn. Để duy trì các lợi ích số mở rộng được xét về đặc điểm tần số mẫu mở rộng được và tính đơn giản hóa sự thực hiện, một phương án đề xuất số cho khoảng cách sóng mang con cơ sở (ví dụ, 15 kHz, 16,875 kHz) với chi phí CP tương đối lớn trong các dải tần số thấp hơn (ví dụ, 1~3 GHz), và sau đó mở rộng khoảng cách sóng mang con đối với các dải tần số cao hơn, các độ dài CP và các chi phí của chúng vẫn đủ tốt để áp dụng trong các kịch bản hoặc các môi trường thích hợp.

Sau đây là hai phương án lấy làm ví dụ dựa vào các thiết kế số mở rộng được cho các dải tần số thấp (ví dụ, 700 MHz đến 3 GHz), tần số trung bình (ví dụ, 3-6 GHz) và tần số cao (ví dụ, 6-100 GHz).

Các dải tần số (GHz)	Thấp (0,7-3,0)	Trung bình (3-6)	Cao (6-100)
Khoảng cách sóng mang con (kHz)	15	30	600
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	66,67	33,33	1,67
Độ dài CP (μ s)	5,2. 4,7	2,60. 2,34	0,130. 0,117
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(1,6)	7(1,6)	7(1,6)
TTI (ms)	0,5	0,25	0,0125
Chi phí CP	6,7%	6,7%	6,7%

Bảng 17. Số tương thích ngược đối với nhiều dải tần số

Các dải tần số (GHz)	Thấp (0,7-3,0)	Trung bình (3-6)	Cao (6-100)
Khoảng cách sóng mang con (kHz)	22,5	45	450
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	44,44	22,22	2,22
Độ dài CP (μ s)	5,56	2,78	0,28
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	10	10	10
TTI (ms)	0,5	0,25	0,025
Chi phí CP	11,1%	11,1%	11,1%

Bảng 18. Số tương thích thuận đối với nhiều dải tần số

Thiết kế khác cho các thiết bị chi phí thấp trong các dải mmW có thể yêu cầu thậm chí khoảng cách sóng mang con lớn hơn để bù cho nhiễu pha với các việc thực hiện truyền được giản lược. Trong các kịch bản như vậy, các độ dài CP hợp lý nên được thiết kế cụ thể với các chi phí CP chấp nhận được, do khoảng cách sóng mang con lớn hơn sẽ dẫn đến các khoảng thời gian ký hiệu cực kỳ nhỏ. Các sự xem xét thiết kế cho các kịch bản này được đưa ra dưới đây;

a) Đặt mục tiêu các giải pháp đến các dải tần số giữa 6 GHz và 100 GHz.

Tần số mẫu là bội số (ví dụ, 80) của tần số mẫu LTE.

Các tùy chọn khoảng cách sóng mang con dựa vào các dải tần số, nhiễu pha và tác động Doppler đo được:

- 1,2 MHz cho các dải tần từ 6 đến 28 GHz;
- 4,8 MHz cho các dải tần từ 28 đến 50 GHz; và
- 9,6 MHz cho các dải tần từ 50 đến 100 GHz.

Các khoảng thời gian ký hiệu và TTI đơn.

Giả định các độ rộng dải tần hệ thống/sóng mang: ~ 1 GHz và ~ 2 GHz.

Thiết kế số cho các dải mmW.

Một ví dụ về thiết kế cho số mmW xét về các tùy chọn khoảng cách sóng mang con như sau.

Khoảng cách sóng mang con (MHz)	1,2	4,8	9,6
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	0,833	0,208	0,104
Độ dài CP (μ s)	0,208	0,052	0,026
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	48	192	384
TTI (μ s)	50	50	50
Chi phí CP	20,00%	20,00%	20,00%

Bảng 19. Ví dụ thiết kế số dải tần mmW (6+ GHz)

Một ví dụ về mối tương quan ứng dụng được giữa các độ rộng dải tần hệ thống và các kích thước FFT cho số mmW như sau.

Khoảng cách sóng mang con (MHz)	1,2	1,2	4,8	4,8	9,6	9,6
Độ rộng dải tần hệ thống (GHz)	1	2	1	2	1	2
# của các sóng mang con w/ 10% dải bảo vệ	750	1500	187,5	375	93,75	187,5
Kích thước FFT	1024	2048	256	512	128	256
Tần số mẫu (MHz)	1228,8	2457,6	1228,8	2457,6	1228,8	2457,6

Bảng 20. Mối tương quan ứng dụng được giữa các độ rộng dải tần hệ thống và các kích thước FFT

Các ví dụ nêu trên được đưa ra giả định rằng khoảng cách sóng mang con bị tác động lớn bởi nhiễu pha mà không cần thiết kế phức tạp và xử lý đối với các thiết bị chi phí thấp chẳng hạn như các thiết bị WiFi nhất định. Mặt khác, có các loại thiết bị khác mà có thể chịu nhiều chi phí thực hiện, chẳng hạn như các thiết bị LTE nhất định, để xử lý các tác động nhiễu pha. Trong trường hợp như vậy, các tác động nhiễu pha có thể được làm giảm đáng kể xét về độ rộng dải phổ tần của nó. Kết quả là, khoảng cách sóng mang con trong thiết kế có thể nhỏ hơn 1,2MHz, chẳng hạn như 600 kHz và 300 kHz, đối với các dải tần số sóng mang cao.

Dựa vào phương pháp thiết kế mở rộng được được mô tả ở đây, các thiết kế số đối với các tùy chọn khoảng cách sóng mang con 300 kHz và 600 kHz có

thể được mở rộng xuống trực tiếp từ số đối với tùy chọn khoảng cách sóng mang con 1,2 MHz. Bảng 21 đưa ra một vài số ví dụ cho các tùy chọn khoảng cách sóng mang con 300 kHz và 600 kHz, trong đó các thiết kế với các độ dài CP khác nhau cũng được đưa ra để đáp ứng hệ thống tương lai hoặc các yêu cầu phục vụ và các kịch bản triển khai 5G. Cần lưu ý rằng đối với chi phí CP xác định bất kỳ, các độ dài CP được mở rộng ngược với các trị số khoảng cách sóng mang con; ví dụ, đối với các tùy chọn giải pháp với 20% chi phí CP, độ dài CP là 0,84us đối với khoảng cách sóng mang con 300 kHz và 0,42us đối với khoảng cách sóng mang con 600 kHz có số nguyên mở rộng được là 2, và với mỗi tương quan nghịch.

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	300	300	300	300	600	600	600	600
Khoảng thời gian hữu dụng T _u (μs)	3,33	3,33	3,33	3,33	1,67	1,67	1,67	1,67
Độ dài CP (μs)	0,84	0,48, 0,44	0,32, 0,30	0,26, 0,24	0,42	0,24, 0,22	0,16, 0,15	0,13, 0,12
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	48	53(1,52)	55(1,54)	56(1,55)	48	53(1,52)	55(1,54)	56(1,55)
TTI (ms)	0,20	0,20	0,20	0,20	0,10	0,10	0,10	0,10
Chi phí CP	20%	11,7%	8,3%	6,7%	20%	11,7%	8,3%	6,7%

Bảng 21. Các ví dụ số đối với các dải tần tần số sóng mang cao (mmW) với các độ dài CP khác nhau.

Truyền thông máy đến máy (Machine-to-Machine M2M) cho phép các máy truyền thông trực tiếp với một máy khác và đang phát triển nhanh chóng bởi vì tiềm năng tạo ra doanh thu đáng kể cho các nhà vận hành mạng di động. Trong ngữ cảnh dự án hợp tác thế hệ thứ ba (3rd Generation Partnership Project, viết tắt là 3GPP), M2M cũng được đề cập đến là truyền thông loại máy (MTC). Nằm trong mạng MTC, các thiết bị có thể thiết lập các đường dẫn hoặc các liên kết truyền thông với nhau. Các đường dẫn hoặc các liên kết như vậy có thể được đề cập đến là các đường dẫn hoặc các liên kết thiết bị đến thiết bị (Device-To-Device, viết tắt là “D2D”). Các thiết bị giá thành thấp nhất định được đề cập ở trên có thể bao gồm các thiết bị truyền thông trong mạng MTC trên đường dẫn hoặc liên kết D2D.

Được trình bày trong bảng 22 dưới đây là ví dụ số khác. Trong tập tùy

chọn của bảng 22, mỗi TTI bao gồm 7 ký hiệu OFDM đối với mọi tùy chọn khoảng cách sóng mang con, với các tùy chọn khoảng cách sóng mang con là 7,5, 15, 30 và 60 kHz có các TTI tương ứng là 1, 0,5, 0,250 và 0,125 ms. Có hai loại khoảng thời gian CP đối với các ký hiệu OFDM trong mỗi TTI, với ký hiệu nêu trên của “số lượng của các ký hiệu trên mỗi TTI (số lượng của CP loại 1, số lượng của CP loại 2)” được sử dụng để thể hiện các loại ký hiệu sao cho “7(3,4)” có nghĩa là tổng là 7 ký hiệu OFDM với 3 ký hiệu CP loại 1 (ví dụ 8,33us CP đối với 7,5 kHz), và 4 ký hiệu CP loại 2 (ví dụ CP 10,42 μ s đối với 7,5 kHz). Theo ví dụ của bảng 22, số OFDM đã được lựa chọn để cung cấp chi phí CP tương đối thấp là 6,7% đối với mỗi tùy chọn khoảng cách sóng mang con. Một tập số mở rộng được áp dụng được cho các kích thước FFT và độ rộng dải tần sóng mang mở rộng được.

Khoảng cách sóng mang con (SS) (kHz)	7,5	15	30	60
Khoảng thời gian hữu dụng T _u (μ s)	133,33	66,67	33,33	16,67
Độ dài CP (μ s)	8,33, 10,42	5,2, 4,7	2,60, 2,34	1,04, 1,30
# của các ký hiệu trên mỗi TTI	7(3,4)	7(1,6)	7(1,6)	7(3,4)
TTI (ms)	1	0,5	0,250	0,125

Bảng 22: Số ví dụ với các CP được thiết kế để cung cấp 6,7% chi phí CP đối với mỗi tùy chọn SS trên mỗi TTI.

Các chi tiết cho hai loại ký hiệu được sử dụng trong mỗi tùy chọn khoảng cách sóng mang con của bảng 22 được đưa ra dưới đây:

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	7,5	15	30	60
(1) Khoảng thời gian CP loại 1 (μ s)	8,3333	5,2083	2,6042	1,0417
(2) Khoảng thời gian CP loại 2 (μ s)	10,4167	4,6875	2,3438	1,3021
(3) Khoảng thời gian phần hữu dụng OFDM (μ s)	133,3333	66,6667	33,3333	16,6667
Ký hiệu OFDM loại 1 (μ s): (1)+(3)	141,6667	71,8750	35,9375	17,7083
Ký hiệu OFDM loại 2 (μ s): (2)+(3)	143,7500	71,3542	35,6771	17,9688

Bảng 23: Các chi tiết loại ký hiệu đối với số của bảng 22

Trong “các ứng dụng một cho tất cả”, một số đối với mỗi tùy chọn khoảng cách sóng mang con SS có thể được áp dụng cho tất cả các sự kết hợp khả thi

của các độ rộng dải tần mở rộng được và các kích thước FFT khác nhau, được thể hiện trong bảng 24A dưới đây:

Khoảng cách sóng mang con (kHz)	7,5	15	30	60
Các kích thước FFT	4096	2048	1024	512
Tần số lấy mẫu (MHz)	30,72	30,72	30,72	30,72
Các khoảng mẫu thời gian Ts (μ s)	0,0326	0,0326	0,0326	0,0326
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	256	160	80	32
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	320	144	72	40
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	4096	2048	1024	512
Các kích thước FFT	2048	1024	512	256
Tần số lấy mẫu (MHz)	15,36	15,36	15,36	15,36
Các khoảng mẫu thời gian Ts (μ s)	0,0651	0,0651	0,0651	0,0651
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	128	80	40	16
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	160	72	36	20
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	2048	1024	512	256
Các kích thước FFT	1024	512	256	128
Tần số lấy mẫu (MHz)	7,68	7,68	7,68	7,68
Các khoảng mẫu thời gian Ts (μ s)	0,1302	0,1302	0,1302	0,1302
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	64	40	20	8
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	80	36	18	10
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	1024	512	256	128
Các kích thước FFT	512	256	128	64
Tần số lấy mẫu (MHz)	3,84	3,84	3,84	3,84
Các khoảng mẫu thời gian Ts (μ s)	0,2604	0,2604	0,2604	0,2604
CP loại 1: # của các mẫu thời gian	32	20	10	4
CP loại 2: # của các mẫu thời gian	40	18	9	5
Phần hữu dụng OFDM: # các mẫu	512	256	128	64

Bảng 24A: Các chi tiết đối với số ví dụ của bảng 22.

Do đó, trong thiết kế một cho tất cả, số của bảng 22 có thể được áp dụng cho các kích thước FFT và các độ rộng dải tần khác nhau được kết hợp. Bảng 24B đưa ra các kích thước FFT và các độ rộng dải tần khác nhau đối với số được kết hợp với tập thông số khoảng cách sóng mang con 30 kHz:

Độ rộng dải tần (MHz)	2,5	5	10	15	20
Kích thước FFT	128	256	512	512	1024
Tần số mẫu (MHz)	3,84	7,68	15,36	15,36	30,72

Bảng 24B: Các kích thước FFT và các độ rộng dải tần khác nhau đối với tập thông số khoảng cách sóng mang con 30 kHz

Trong một số ví dụ số được nêu trên, cần được lưu ý rằng các khoảng thời gian CP khác nhau có thể được áp dụng cho các ký hiệu nằm trong TTI (hoặc TTU). Trong các ví dụ được lưu ý ở trên, các khoảng thời gian CP khác nhau đã được mô tả là các khoảng thời gian CP loại 1 và loại 2. Trong ít nhất một số ví dụ, các tùy chọn CP khác nhau có thể được áp dụng đối với mỗi tùy chọn SS khoảng cách sóng mang con, với các khoảng thời gian CP loại 1 và loại 3 là khác nhau đối với các tùy chọn khác nhau. Theo một số ví dụ, CP có khoảng thời gian dài hơn (và nhiều mẫu thời gian) có thể được đề cập đến là “tiền tố tuần hoàn được mở rộng” (Extended Cyclic Prefix, viết tắt là ECP), CP có khoảng thời gian ngắn hơn (và ít mẫu thời gian) liên quan đến ECP có thể được đề cập đến là “tiền tố tuần hoàn thông thường” (Normal Cyclic Prefix, viết tắt là NCP), và CP có khoảng thời gian ngắn hơn và (và ít mẫu thời gian) liên quan đến NCP có thể được đề cập đến là “nhỏ” hoặc “tiền tố tuần hoàn nhỏ” (Miniature Cyclic Prefix, viết tắt là MCP). Theo một số ví dụ, “NCP” đề cập đến khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn mà đưa ra chi phí CP là 6,7% và “ECP” đề cập đến khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn mà đưa ra chi phí CP là 20%. Theo một vài cấu hình, ví dụ, MCP có thể có khoảng thời gian là $1\sim 2\mu\text{s}$, NCP có thể có khoảng thời gian là $\sim 5\mu\text{s}$, và ECP có thể có khoảng thời gian $> 5\mu\text{s}$. Như được lưu ý ở trên đối với bảng 8a, các sơ đồ ví dụ với các độ dài CP khác nhau cho các khoảng cách sóng mang khác nhau có thể được thiết kế để hỗ trợ tính di động lớn trong các môi trường lan truyền trễ khác nhau.

Do đó, theo một số phương án lấy làm ví dụ, việc cung cấp nhiều tùy chọn độ dài CP đối với mỗi khoảng cách sóng mang con (SS) có thể được áp dụng cho các ứng dụng khác nhau trong các môi trường khác nhau mà ở đó các sự lan truyền trễ là khác nhau – ví dụ, các môi trường chẳng hạn như đô thị, đô thị lớn, điểm nóng đô thị, nông thôn, điểm truy cập trong nhà, các ô nhỏ, các ô lớn, tốc độ cao, trong số khác. Về vấn đề này, bảng 25 dưới đây đưa ra các ví dụ số để hỗ trợ các môi trường khác nhau:

Khoảng cách sóng mang con (KHz)	7,5	7,5	15	30	30	30	60	60
Khoảng thời gian hữu dụng T_u (μ s)	133,33	133,33	133,33	66,67	33,33	33,33	16,67	16,67
Độ dài CP (μ s)	12,5, 14,8	8,33, 10,42	8,33, 10,42	5,2, 4,7	2,60, 2,34	4,95, 5,21	1,04, 1,30	3,65, 3,13
# của các ký hiệu trên mỗi TTi	35(15,20)	7(3,4)	35(15,20)	7(1,6)	7(1,6)	13(4,9)	7(3,4)	25(10,15)
TTI (μ s)	5	1	5	0,5	0,250	0,5	0,125	0,5
Chi phí CP	9,3%	6,7%	6,7%	6,7%	6,7%	13,3%	6,7%	16,7%
Độ rộng dải tần (MHz)	2,5	2,5	20	20	20	20	20	20
Kích thước FFT	512	512	4096	2048	1024	1024	512	512
Tần số mẫu (MHz)	3,84	3,84	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72	30,72

Bảng 25: Các ví dụ số đối với các môi trường khác nhau

Theo ví dụ của bảng 25, có ba tùy chọn số đối với khoảng cách sóng mang con $SS = 7,5$ kHz, và hai tùy chọn số mỗi đều của khoảng cách sóng mang con $SS = 50$ kHz và $SS=60$ kHz. Hai cột thứ nhất định rõ hai tùy chọn đối với $SS=7,5$ kHz và, đều đưa ra khoảng thời gian CP loại 1 và khoảng thời gian CP loại 2 nằm trong dải ECP. Các tùy chọn như vậy có thể, trong một vài ứng dụng, phù hợp cho các thiết bị giá thành thấp MTC hoặc D2D.

Theo một số ví dụ, sự căn chỉnh ranh giới khung con của các sơ đồ số khác nhau được sử dụng trong các mạng TDD lân cận có thể được áp dụng để làm giảm bớt nhiễu chéo đường xuống-đường lên giữa các dải con TDD hoặc các ô lân cận. Về vấn đề này, bảng 26 dưới đây đưa ra ví dụ khác về tập số OFDM mà bao gồm bảy tập thông số (từ tập 1 đến tập 7), mà đều được kết hợp với một khoảng cách sóng mang con duy nhất. Theo ví dụ của bảng 26, hệ số tỷ lệ là 2^m được áp dụng, và độ dài TTU đối với mỗi tập thông số là số nguyên chia được cho độ dài TTU của tập thông số bất kỳ có độ dài TTU nhỏ hơn. Chẳng hạn, độ dài TTU là 1 ms đối với tập 1 ($SS=7,5$ kHz) chia cho số nguyên 2 kết quả là độ dài TTU là 0,5 ms đối với tập 2($SS=15$ kHz). Theo ví dụ của bảng 26, độ dài TTU được mở rộng ngược liên quan đến khoảng cách sóng mang con.

Các thông số	Tập 1	Tập 2	Tập 3	Tập 4	Tập 5	Tập 6	Tập 7
Khoảng cách	7,5	15	30	60	120	240	480

sóng mang con (kHz)							
Độ dài ký hiệu OFDM (μ s)	133,33	66,67	33,3	16,67	8,33	4,17	2,08
Độ dài CP (μ s) (NCP (Loại 1, Loại 2)/ECP)	(9,90, 9,38) / 33,3	(5,2, ,69) / 16,67	(2,6, 2,34) / 8,33	(1,3, 1,17) / 4,17	(0,65, 0,59) *	(0,326, 0,29) *	(0,163,0,15) *
Số của các ký hiệu trên mỗi TTU: 7 (1 w/cp1, 6 w/cp2) / 6 (cp đơn)	7/6	7/6	7/6	7/6	7	7	7
Độ dài TTU (ms)	1	0,5	0,25	0,125	0,0625	0,03125	0,015625
Chi phí CP(NCP/ECP)	6,67% /20%	6,67% /20%	6,67% /20%	6,67% /20%	6,67% *	6,67% *	6,67% *
Lưu ý 1 (các dải)	Dải con 6GHz	Dải con 6GHz	Dải con 6GHz	Dải con 6GHz /30GHz	30GHz	30GHz	70GHz

*Sự sắp xếp lại CP mở rộng hoặc CP có thể cũng được áp dụng theo nhu cầu.

Bảng 26: Số ví dụ để làm giảm bớt nhiễu chéo UL-DL giữa các mạng TDD

Theo ví dụ của bảng 26. Các tập hợp từ 1 đến 3 được tạo cấu hình cho các dải con 6 GHz, tập 4 được tạo cấu hình cho các dải con 6GHz và > 6GHz, các tập 5 và 6 cho dải 30 GHz và tập 7 cho dải 70GHz. Đối với các tập từ 5 đến 7, CP mở rộng (tức là, 20% chi phí CP) có thể được áp dụng khi cần; ngoài ra, các độ dài CP trong các ký hiệu OFDM nằm trong khung con hoặc TTU có thể được điều chỉnh (ở đây gọi là “sự sắp xếp lại CP”) để đáp ứng các yêu cầu của, ví dụ, chuyển mạch DL/UL, định thời và sự căn chỉnh ranh giới TDD. Chẳng hạn, một khoảng thời gian CP trong ký hiệu nhất định (của vị trí quan tâm trong khung con) có thể được mở rộng bằng cách “mượn” một hoặc nhiều mẫu CP từ mỗi CP của các ký hiệu khác.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa thiết kế số để làm giảm nhiễu chéo UL-DL. Cụ thể hơn, Fig.3 minh họa TDD DL/UL cấu trúc khung con với n+0 sự định

thời yêu cầu lặp lại tự động lai (Hybrid Automatic Repeat Request, viết tắt là HARQ). Ví dụ được minh họa minh họa các khung con (SF) TDD và sự lập lịch thích hợp của các đơn vị truyền (Transmission Unit, viết tắt là TU) mà có thể được kết hợp với ít nhất một vài trong số các ví dụ số được mô tả ở đây. Nhiều dải con (dải con 1, dải con 2 và dải con 3) được đa hợp tần số, với các số khác nhau được áp dụng cho ít nhất một vài trong số các dải con. Chẳng hạn, trên Fig.3, dải con 1 dùng khoảng cách sóng mang con lớn hơn với khung con ngắn hơn, hoặc đơn vị khung con cơ sở, liên quan đến các dải con 2 và 3. Để đạt được $n+0$ định thời HARQ. Theo các phương án lấy làm ví dụ, DL và UL được đa hợp theo thời gian trong mỗi dải con, với sự phân bổ thời gian DL bao gồm kênh điều khiển DL, các thành phần RS/hoa tiêu và dữ liệu, và sự phân bổ thời gian UL bao gồm các thành phần dữ liệu, HARQ A/N và/hoặc CQI. Các vị trí thành phần tín hiệu có thể khác với các vị trí thành phần tín hiệu được thể hiện trên Fig.12 – ví dụ, vị trí RS/hoa tiêu có thể đứng trước kênh điều khiển DL dựa trên các yêu cầu.

Có thể thấy được trong các ví dụ trước đó, các cấu hình độ dài TTI/TTU/khung con khác nhau có thể được áp dụng để sử dụng trong các dải tần số khác nhau. Các ví dụ về các khung con hoặc các cấu hình TTU khác nhau đối với các dải con 6 GHz được trình bày trong bảng 27 dưới đây:

Các đơn vị khung con/truyền * (các dải tần <6GHz)		Khoảng thời gian khung con được kết hợp (ms)			
Loại thành phần	# của các cấu hình ký hiệu	7,5 kHz	15 kHz	30 kHz	60 kHz
Khung con	14 (NCP) hoặc 12 (ECP)	2	1	0,5	0,25
	7 (NCP) hoặc 6 (ECP)	1	0,5	0,25	0,125
Lập lịch/khung con với CP thông thường (NCP)	$m (<7) **$	$2x$	x	$x/2$	$x/4$
	7	1	0,5	0,25	0,125
	$7n$	n	$0,5n$	$0,25n$	$0,125n$

Lập lịch/khung con với CP mở rộng (ECP) ***	k (≥ 1)	0,167k	0,083k	0,042k	0,021k
---	----------------	--------	--------	--------	--------

* Sử dụng 15 kHz làm khoảng cách sóng mang con cơ sở với các ví dụ phương án cấu hình NCP về sự cùng tồn tại của các cấu trúc khung thích ứng khác nhau với f-OFDM trong hệ thống TDD

** được sử dụng cho độ trễ ngắn, đây là một ví dụ, x được đánh giá đối với tất cả các ký hiệu ngắn, $x \sim 0,0713 \cdot m$; Lưu ý (các) ký hiệu CP dài có thể cũng được sử dụng cho, ví dụ, điều khiển/RS

*** ECP với 20% chi phí CP

Bảng 27: Cấu hình khung con/ TTU cho các dải con 6 GHz

Các ví dụ về các cấu hình Khung con/ TTU khác nhau đối với các dải tần > 6 GHz được trình bày trong bảng 28 dưới đây:

Khung con/TTU (các dải tần >6 GHz)		Khoảng thời gian được kết hợp (μs)			
Loại thành phần	Sự cấu hình được # của các ký hiệu	60 kHz	120 kHz	240 kHz	480 kHz
Khung con	7m (NCP) hoặc n (>1 , ECP)*	X *	X/2	X/4	X/8
Lập lịch/TTU với NCP	7q ($q \geq 1$) **	125q	62,5q	31,25q	15,63q
Lập lịch/TTU với CP mở rộng (ECP)	k (≥ 1) **	20,83k	10,42k	5,21k	2,60k

* Có thể giới hạn m hoặc n tới chỉ một vài số, ví dụ, dựa vào các dải tần số ứng dụng được

X = 125 m đối với các cấu hình NCP hoặc X=20,83n đối với các cấu hình ECP.

* * Để giới hạn q hoặc k tới một vài số trong việc làm giảm các tùy chọn cấu hình dựa vào các tùy chọn độ trễ và khoảng cách sóng mang con được sử dụng: q và k là các số nguyên dương.

Bảng 28: Các ví dụ về các cấu hình khung con/ TTU khác nhau đối với các dải tần > 6 GHz.

Bảng 29 dưới đây đưa ra ví dụ khác về tập số OFDM mà bao gồm bảy tập thông số (từ tập 1 đến tập 7), mà đều được kết hợp với khoảng cách sóng mang con duy nhất. Bảng 29, các tập thông số là tương tự như các tập thông số của bảng 26 nêu trên, ngoại trừ số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con tương ứng là 14, 28 và 56 đối với các tập 5, 6 và 7 (thay vì 7), dẫn đến khoảng thời gian khung con/TTU là 0,125 ms đối với mỗi trong số các tập 5, 6 và 7.

Các thông số	Tập 1	Tập 2	Tập 3	Tập 4	Tập 5	Tập 6	Tập 7
Khoảng cách sóng mang con(kHz)	7,5	15	30	60	120	240	480
Độ dài ký hiệu OFDM(μ s)	133,33	66,67	33,3	16,67	8,33	4,17	2,08
Độ dài CP(μ s) (CP thông thường (Loại 1, Loại 2) /CP mở rộng)	(9,90, 9,38) /33,3	(5,2, 4,69) /16,67	(2,6, 2,34) /8,33	(1,3, 1,17) /4,17	(0,65, 0,59) *	(0,326, 0,29) *	(0,163, 0,15) *
Số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con: Lưu ý đối với các thành phần cơ sở 7 hoặc 6 ký hiệu 7 (1cp1,6cp2); cp đơn	7/6	7/6	7/6	7/6	14	28	56
Độ dài khung con (ms)	1	0,5	0,25	0,125	0,125	0,125	0,125
Chi phí CP(NCP/ECP)	6,67% /20%	6,67% /20%	6,67% /20%	6,67% / 20%	6,67% *	6,67% *	6,67% *

* Sự sắp xếp lại CP lớn hơn hoặc CP có thể cũng được áp dụng theo nhu cầu

Bảng 29: Ví dụ khác về tập số OFDM bao gồm bảy tập thông số

Các thông số trong bảng 29 được định rõ từ thông tin cấu hình chung trong các bảng 27 và 28. Các tập thông số từ 1 đến 4 có thể ứng dụng được cho các dải tần số sóng mang thấp (ví dụ, <6 GHz), và có khung con (SF) làm đơn vị cơ sở, với mỗi khung con chứa cùng số lượng các ký hiệu (7), và khoảng thời gian khung con mở rộng được (nghịch) với khoảng cách sóng mang con. Các tập thông số từ 4 đến 7 có thể ứng dụng được cho các dải tần số sóng mang cao (ví

dụ, >6 GHz), với mỗi khoảng thời gian khung con có độ dài không đổi là 0,125 ms, và số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con mở rộng được với khoảng cách sóng mang con.

Do đó, theo số ví dụ được thể hiện trong bảng 2. Mỗi trong số các tập thông số định rõ các thông số OFDM đối với khoảng cách sóng mang con tương ứng. Các thông số được định rõ bao gồm số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con, độ dài ký hiệu OFDM, và độ dài CP. Hai tùy chọn độ dài CP được định rõ đối với ít nhất một vài trong các tập thông số, cụ thể là CP thông thường (NCP) (mà có thể bao gồm cả CP loại 1 và CP loại 2) và CP mở rộng (ECP). Nhiều tùy chọn tập thông số (các tập từ 1 đến 4) được đưa ra cho các dải tần số sóng mang thấp hơn (các dải tần <6 GHz), và thông qua các tập thông số này, số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con giữ không đổi (7) kết quả là khoảng thời gian khung con thay đổi bởi trị số nguyên được mở rộng ngược với khoảng cách sóng mang con. Chẳng hạn, việc giảm một nửa độ dài khung con tương ứng với việc tăng gấp đôi khoảng cách sóng mang con. Nhiều tùy chọn tập thông số (các tập từ 4 đến 7) cũng được đưa ra cho các dải tần số sóng mang cao hơn (các dải tần số >6 GHz), và thông qua các tập thông số này số lượng của các ký hiệu trên mỗi khung con không phải là hằng số, nhưng thay đổi bởi trị số nguyên được mở rộng mà giống nhau được áp dụng cho khoảng cách sóng mang con, và khoảng thời gian khung con được giữ không đổi (0,125 ms).

Theo ví dụ của bảng 29, các ký hiệu trong khung con có thể được bố trí lại, và các độ dài CP có thể được điều chỉnh trong số các ký hiệu khác nhau nằm trong khung con để đáp ứng các yêu cầu nhất định theo nhu cầu.

Phần mô tả và các bảng nêu trên trình bày số lượng của các tập thông số OFDM khả dĩ mà có thể được áp dụng trong hệ thống truyền thông hỗ trợ nhiều số OFDM. Bây giờ, các ứng dụng ví dụ sẽ được mô tả. Fig.4 minh họa hệ thống 400 trong đó các khía cạnh của sáng chế có thể được sử dụng. Hệ thống 400 bao gồm trạm gốc (Base Station, viết tắt là BS) 402 và thiết bị người dùng (UE) 412. Trạm gốc 402 bao gồm bộ xử lý BS 404 và bộ nhớ BS 406. Bộ nhớ BS 406 có

thể lưu trữ các lệnh cho phép bộ xử lý BS 404 hoạt động như điểm truyền để thực hiện các khía cạnh của sáng chế. Thiết bị người dùng 412 bao gồm bộ xử lý UE 414 và bộ nhớ UE 416. Bộ nhớ UE 416 có thể lưu trữ các lệnh cho phép bộ xử lý UE 414 hoạt động như điểm truyền để thực hiện các khía cạnh của sáng chế. Trong các phương án khác nhau theo sáng chế, trạm gốc có thể là eNodeB, điểm truy cập hoặc thiết bị bất kỳ mà có thể cung cấp thông tin cấu hình số đến UE. UE có thể là thiết bị thực hiện chức năng UE trong suốt khoảng thời gian truyền thông với trạm gốc, ví dụ, thiết bị IoT (Internet of Things – vạn vật kết nối Internet).

Số OFDM được đề xuất có thể được áp dụng cho cả các khung radio FDD và TDD để truyền với các yêu cầu khác nhau trong mạng không dây. Về vấn đề này, Fig.5 minh họa cấu trúc khung FDD ví dụ 500 với độ rộng dải tần 20 MHz và dải con thứ nhất (F-OFDM) 502A, dải con thứ hai (default OFDM – OFDM mặc định) 502B và dải con thứ ba (F-OFDM) 502C (riêng hoặc chung 502 502). Dải con thứ nhất 502A có khoảng cách sóng mang con được xác định là 60 kHz. Dải con thứ hai 502A có khoảng cách sóng mang con được xác định là 15 kHz. Dải con thứ ba 502A có khoảng cách sóng mang con được xác định là 7,5 kHz.

Dải con thứ nhất 502A bao gồm các khoảng thời gian truyền thứ nhất, các khoảng thời gian truyền đầu tiên và cuối cùng trong số đó được dán nhãn với số tham chiếu 504A. Dải con thứ hai 502B bao gồm các khoảng thời gian truyền thứ hai được dán nhãn với số tham chiếu 504B. Dải con thứ ba 502C bao gồm các khoảng thời gian truyền thứ ba được dán nhãn với số tham chiếu 504C.

Fig.6 minh họa cấu trúc khung TDD 600 với tỷ số đường xuống với đường lên (DL:UL) là 4:4. Cấu trúc khung 600 trên Fig.6 bao gồm dải con thứ nhất 602 và dải con thứ hai 606. Dải con thứ nhất 602 có khoảng cách sóng mang con được xác định là 60 kHz và bao gồm các đơn vị thời gian truyền thứ nhất được dán nhãn với số tham chiếu 604. Dải con thứ hai 606 có khoảng cách sóng mang con được xác định là 30 kHz và bao gồm các đơn vị thời gian truyền thứ hai được dán nhãn với số tham chiếu 608.

Fig.7 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền các tín hiệu truyền thông sử dụng OFDM. Ban đầu, bộ xử lý UE 414 của UE 412 (xem Fig.4) có thể xác định (bước 704), cho dải con OFDM thứ nhất, khoảng cách sóng mang con. Bộ xử lý UE 414 có thể sau đó xác định (bước 706) khoảng thời gian truyền đối với dải con OFDM thứ nhất. Đặc biệt là, khoảng thời gian truyền có thể được xác định theo cách mà cho phép các ký hiệu OFDM được bao gồm. Trong phần mô tả nêu trên, ví dụ số lượng của các ký hiệu OFDM được bao gồm 7, 13, 25 và 35. Cũng cần lưu ý rằng, trong số các ký hiệu OFDM được bao gồm trong khoảng thời gian truyền, có thể là nhiều tập con của các ký hiệu OFDM. Các tập con có thể phân biệt được bởi khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn tương ứng của chúng. Như được nêu trên chi tiết hơn, bộ xử lý UE 414 có thể áp dụng tiền tố tuần hoàn với khoảng thời gian thứ nhất cho mỗi ký hiệu OFDM của tập con thứ nhất của các ký hiệu OFDM và có thể áp dụng tiền tố tuần hoàn với khoảng thời gian thứ hai cho mỗi ký hiệu OFDM của tập con thứ hai của các ký hiệu OFDM. Các ký hiệu OFDM của các khoảng thời gian khác nhau nằm trong khoảng thời gian truyền có thể được đặt vào các nhóm ký hiệu phụ thuộc vào các yêu cầu khung của dải con.

Như được chỉ ra trong các bảng nêu trên, có nhiều tùy chọn, ngoài khoảng cách sóng mang con và khoảng thời gian truyền, mà có thể được kết hợp với dải con cụ thể. Khoảng cách sóng mang con và khoảng thời gian truyền là hai tùy chọn ví dụ. Các tùy chọn khác bao gồm kích thước FFT và tần số mẫu. Do đó, việc xác định (bước 704) khoảng cách sóng mang con và việc xác định (bước 706) khoảng thời gian truyền có thể được xem xét cho các bước nằm trong lớn hơn bước của việc xác định (bước 702) các tùy chọn cho dải con. Trong khi, trong một số ngữ cảnh, thuật ngữ “xác định” có thể tương ứng với việc lựa chọn, trong ngữ cảnh của sáng chế, “xác định” có nhiều khả năng bao gồm việc bộ xử lý UE 414 thu các lệnh từ mạng mà UE 412 truyền thông.

Mạng có thể được coi là bao gồm trạm gốc 402. Cả UE 412 và BS 402 có thể có truy cập tới các bảng của các tùy chọn tương tự được lựa chọn một lần

của các bảng trong sáng chế. Chẳng hạn, trạm gốc và UE trên Fig.2 đều đã lưu trữ trong bộ nhớ không chuyên tiếp tương ứng của chúng một hoặc nhiều bảng, giống hoặc tương tự như các bảng nêu trên, định rõ các tập hợp của các tùy chọn thông số OFDM 208, 218. Để lệnh cho UE 412 sử dụng sơ đồ số cụ thể, BS 402 có thể chỉ báo chỉ mục đến sơ đồ số cụ thể trong bảng được chia sẻ bởi BS 402 và UE 412. UE 412 có thể được tạo cấu hình trước với bảng hoặc có thể thu bảng trong truyền thông từ BS 402, trong số các phương pháp phân bổ bảng khác.

Trong một phương án lấy làm ví dụ, UE 412 thu, từ BS 402 trên dải tần phụ thứ nhất, cấu hình của loại tín hiệu số thứ nhất, loại tín hiệu số thứ nhất bao gồm chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất. UE 412 cũng thu, từ BS 402 trên dải tần phụ thứ hai, cấu hình của loại tín hiệu số thứ hai, loại tín hiệu số thứ hai bao gồm chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai. Việc thu cấu hình của các loại thứ nhất và thứ hai của tín hiệu số có thể xảy ra đáp lại UE 412 truyền yêu cầu đến BS 402. Trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất trong loại tín hiệu số thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ thứ nhất với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai trong loại tín hiệu số thứ hai, mối tương quan tỉ lệ thứ nhất bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ. Ngoài ra, trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất trong loại tín hiệu số thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ thứ hai với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai trong loại tín hiệu số thứ hai, mối tương quan tỉ lệ thứ hai bao hàm phép nhân với nghịch đảo của hệ số tỷ lệ. Theo một số phương án, thông tin cấu hình thu được đối với các loại tín hiệu số thứ nhất và thứ hai có thể bao gồm các trị số thông số thực tế cho khoảng cách sóng mang con và khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn; tuy nhiên, theo một số phương án thông tin cấu hình bao gồm các chỉ mục mà chỉ ra tập hợp của các tùy chọn thông số trong bảng được chứa trong các tùy chọn OFDM 218. Chẳng hạn, thông tin cấu hình dùng cho tín hiệu số thứ nhất có thể chỉ ra cột các thông số OFDM trong bảng 1 kết hợp với khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz, và thông

tin cấu hình dùng cho tín hiệu số thứ hai có thể chỉ ra cột các thông số OFDM trong bảng 1 được kết hợp với khoảng cách sóng mang con 15 kHz. Theo một số phương án thông tin cấu hình dùng cho cả hai loại tín hiệu số có thể được thu trong cùng dải con tần số và bao gồm thông tin nhận dạng dải con cụ thể mà thông tin cấu hình dùng cho tín hiệu số loại được áp dụng.

Bộ xử lý UE 414 có thể sau đó xác định (bước 708) xem liệu tất cả các dải con OFDM của nhiều dải con OFDM đã được xem xét hay chưa. Khi xác định rằng các dải con OFDM khác được xem xét, bộ xử lý UE 414 quay lại xác định (bước 704), đối với dải con OFDM thứ hai, khoảng cách sóng mang con. Bộ xử lý UE 414 có thể sau đó xác định (bước 706) khoảng thời gian truyền đối với dải con OFDM thứ hai. Bộ xử lý UE 414 có thể sau đó xác định (bước 708) xem liệu tất cả các dải con OFDM của các dải con OFDM đã được xem xét hay chưa. Khi xác định rằng tất cả các dải con OFDM của các dải con OFDM đã được xem xét, thì bộ xử lý UE 414 có thể truyền (bước 510) các ký hiệu OFDM trên các dải con OFDM.

Theo một khía cạnh của sáng chế, khoảng cách sóng mang con được xác định (bước 704) đối với một trong số các dải con OFDM là 15 kHz, nhờ đó có khả năng tương thích ngược với LTE.

Theo một khía cạnh của sáng chế, khi xác định (bước 702) các tùy chọn cho dải con xác định, bộ xử lý UE 414 có thể áp dụng, đến dải con xác định, tần số mẫu lớn nhất vượt quá 30,72 MHz.

Theo một khía cạnh của sáng chế, khi xác định (bước 706) khoảng thời gian truyền, bộ xử lý UE 414 có thể liên kết nhiều thành phần khoảng thời gian truyền thành một khoảng thời gian truyền.

Theo ví dụ trên Fig.8. UE gửi yêu cầu (805) tạo cấu hình số đến trạm gốc và trạm gốc gửi (810) chỉ báo thứ nhất. Như được minh họa trên Fig.8 và cũng như các hình vẽ khác, hành động, như gửi yêu cầu (805), được thể hiện là đường đứt nét, mà có nghĩa là hành động này là không bắt buộc theo một số phương án. Chỉ báo có thể chỉ báo tập hợp của cấu hình số. Theo một phương án, cả UE và

trạm gốc có thể đã lưu trữ tập hợp của các cấu hình số trước, giống như bảng cấu hình như bảng 1. Theo một số phương án, trong tập hợp của các cấu hình số, cấu hình số mở rộng được có thể bao gồm ít nhất ba tập hợp của các thông số. Điều có thể là trạm gốc và UE có thể lưu trữ các số khác nhau của các tập cấu hình. Nói cách khác, UE có thể chỉ lưu trữ tập hợp con của tập hợp cấu hình mà trạm gốc có. Dựa vào bảng 1 ví dụ, trạm gốc có thể lưu trữ bảng 1 hoàn chỉnh. UE có thể chỉ lưu trữ nhóm con của tất cả tập hợp, như là chỉ tập hợp khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz (cột là khoảng cách sóng mang con 7,5 kHz trong bảng 1) và tập hợp là khoảng cách sóng mang con 15 kHz, hoặc chỉ lưu trữ cấu hình cho một vài trong số các thông số, như là khoảng cách sóng mang con và TTI, hoặc thậm chí chỉ lưu trữ cấu hình cho một vài trong số các thông số cho một vài tập thông số. Đối với một số thiết bị như là các thiết bị cơ cấu IoT (Internet of Things), UE có thể chỉ lưu trữ trước thông tin cho một tập hợp hoặc một phần của một tập hợp của các cấu hình thông số. Theo phương án khác, trạm gốc và/hoặc UE có thể lưu trữ mối tương quan ánh xạ giữa các tập khác nhau của các thông số và/hoặc mối tương quan ánh xạ giữa các thông số khác nhau trong cùng tập thông số. Mối tương quan ánh xạ có thể là theo dạng các phương trình. Chỉ báo mà trạm gốc gửi ra có thể là chỉ mục đến cột nhất định của bảng, tức là, chỉ mục của tập hợp của các thông số, hoặc chỉ báo về trị số của số thông số trong một tập hợp của các thông số.

Theo các phương án khác nhau, hành động yêu cầu (805) từ UE có thể không xảy ra như trạm gốc có thể gửi chỉ báo đến UE trên chính nó dựa vào chất lượng kênh, lưu lượng, và/hoặc tình trạng yêu cầu dịch vụ. Khi UE bắt đầu với mạng, trạm gốc có thể cũng gửi ra chỉ báo mà không được yêu cầu. Khi UE thu chỉ báo, UE cũng có khả năng dò tìm cấu hình bảng được lưu trữ trước với chỉ báo để thu nhận cấu hình số được chỉ báo bởi chỉ báo. Trong một số phương án, UE có thể cần phải sử dụng chỉ báo để thu nhận cấu hình số. Chẳng hạn, chỉ báo có thể chỉ báo trị số của thông số nhất định hoặc thông số liên quan đến thông số nhất định. UE có thể tính toán các thông số cần thiết phù hợp với cấu hình bảng được lưu trữ trước hoặc mối tương quan ánh xạ định trước.

Khi UE thu nhận các cấu hình số được yêu cầu cho truyền thông, UE/Trạm gốc bắt đầu truyền thông (815) với trạm gốc sử dụng cấu hình phù hợp với chỉ báo thứ nhất. Trong một số hoàn cảnh, có thể xảy ra do các sự kiện khác nhau (hoặc các điều kiện được phát hiện), như là sự thay đổi của dịch vụ, chất lượng kênh và/hoặc lưu lượng, UE có thể yêu cầu theo cách tùy chọn (820) tạo cấu hình khác. Trạm gốc gửi (825) chỉ báo thứ hai. Sau khi UE thu nhận tập hợp các thông số cấu hình thứ hai được yêu cầu, UE/trạm gốc truyền thông sau khi bắt đầu (830) sử dụng cấu hình phù hợp với chỉ báo thứ hai.

Fig.9 là lưu đồ minh họa sự tương tác giữa các thiết bị di động, chẳng hạn như UE, và điểm truy cập mạng, chẳng hạn như trạm gốc. Như được nêu trên, các loại truyền thông khác nhau có thể gọi các cấu hình số khác nhau. Trong các ví dụ nêu trên phần mô tả tập trung vào sự thay đổi cần cho UE. Theo một số phương án, UE có thể thực hiện các ứng dụng khác nhau hoặc các loại lưu lượng khác nhau. Một vài trong số các ứng dụng hoặc lưu lượng này sẽ kết nối với mạng sử dụng các số khác nhau. Chẳng hạn, UE có thể được sử dụng bởi người dùng cho sự kết nối MBB, trong khi ứng dụng lưu trữ trên UE có thể hoạt động như một cửa cổng IoT. Có hai ứng dụng khác nhau có các cấu hình sử dụng mạng khác nhau, và có thể được phục vụ tốt nhất bởi các loại kết nối khác nhau. Chẳng hạn, sự kết nối MBB có thể đưa ra khoảng cách sóng mang con rộng hơn so với kết nối mà phục vụ cửa cổng IoT.

Ở bước 905, UE truyền yêu cầu đến mạng để tạo cấu hình số để kết nối. Bước tùy chọn này có thể nhận dạng các loại kết nối khác nhau, hoặc nó có thể được thực hiện chỉ sau khi ứng dụng được bắt đầu. Ở bước 910, trạm gốc truyền chỉ báo đến UE chứa sự nhận dạng của các cấu hình số khác nhau cho các loại ứng dụng/loại lưu lượng khác nhau. Như được lưu ý trong các ví dụ khác, chỉ báo này có thể là sự đọc rõ ràng cấu hình số các thông số, hoặc nó có thể là chỉ báo được đơn giản hóa chẳng hạn như bảng chỉ mục mà có thể được sử dụng bởi UE để xác định các thông số cấu hình.

UE có thể sử dụng chỉ báo thu được để tạo cấu hình chính nó để truyền thông với trạm gốc. Truyền thông với trạm gốc sử dụng cấu hình số thứ nhất được thực hiện ở bước 915. Đây có thể là truyền thông cụ thể ứng dụng, hoặc nó có thể là cấu hình truyền thông mặc định. Ở bước 930, truyền thông sử dụng cấu hình thứ hai được kết hợp với các loại ứng dụng khác nhau được thực hiện. Cần lưu ý rằng 915 và 930 có thể xảy ra theo các thứ tự khác nhau và có thể xảy ra đồng thời.

Theo một phương án, UE sẽ kết nối với trạm gốc và được gán cấu hình số thứ nhất. Sau khi ứng dụng được bắt đầu trên UE, hoặc sau khi UE bắt đầu cung cấp dịch vụ, UE sẽ thông báo cho mạng rằng sẽ có các dòng lưu lượng mà có thể được dùng tốt hơn bởi các số khác nhau. Thông báo cho mạng có thể được hiểu là một phần của thông báo yêu cầu được gửi như bước 905. Bởi vì UE sẽ có các dòng lưu lượng khác nhau với các đặc điểm khác nhau, mạng có thể xác định rằng UE cần sử dụng hai số khác nhau cho hai dòng lưu lượng khác nhau. Chỉ báo được gửi trong 910 có thể thông báo cho UE về số mà cần được sử dụng cho dòng lưu lượng thứ hai, trong khi dòng lưu lượng thứ nhất sử dụng cấu hình số ban đầu. Khi UE tiếp tục thao tác, hai dòng lưu lượng khác nhau được truyền thông sử dụng hai số khác nhau ở các bước 915 và 930. Điều này cho phép mạng cung cấp UE với cấu hình kết nối đối với mỗi dòng lưu lượng mà các yêu cầu gửi cụ thể của dòng lưu lượng trong mạng.

Fig.10 là lưu đồ minh họa sự tương tác tín hiệu giữa UE và các trạm gốc khác nhau. Sẽ được hiểu rằng, thiết kế của mạng di động phải tính đến tính di động của UE. Ở bước tùy chọn 1005, UE yêu cầu tạo cấu hình số để truyền thông với trạm gốc 1. Ở bước 1010, trạm gốc 1 gửi chỉ báo của số được gán đến UE và trong 1015 UE và trạm gốc 1 truyền thông với nhau phù hợp với số được gán. Khi UE cần truyền thông với trạm gốc 2, ví dụ, UE dịch chuyển. Mạng có thể dự đoán rằng nó sẽ dịch chuyển tới vùng mà được phục vụ bởi trạm gốc 2. Cấu hình số được kết hợp với UE được đưa tới trạm gốc thứ hai trong 1020. Số có thể được đưa ra như sự mô tả rõ ràng các thông số, hoặc nó có thể được đưa

ra dưới dạng khác cho bao gồm như chỉ mục chỉ báo mục nhập trong bảng, hoặc như một tập hợp con của các thông số mà sau đó cho phép trạm gốc 2 xác định tập hợp các thông số đầy đủ. Thông báo này có thể được truyền từ trạm gốc 1 hoặc từ thực thể khác trong mạng. Bằng cách đưa ra chỉ báo của các thông số được kết hợp với UE, trạm gốc 2 có khả năng cung cấp sự hỗ trợ cho sự chuyển tiếp liên mạch trong truyền thông với UE như được thể hiện trong 1025.

Theo một số phương án, có thể là các sự kiện khác nhau (hoặc các điều kiện được phát hiện) mà có thể khiến mạng muốn thay đổi số được gán đến UE. Trong một số hoàn cảnh, được phục vụ bởi các trạm gốc khác nhau có thể là một trong số các sự kiện này, và phát hiện sự thay đổi trong tốc độ UE (trong trường hợp của UE di động) có thể là một trong số các điều kiện được phát hiện. Sau khi tiếp tục truyền thông với trạm gốc 2, như được thể hiện trong 1025, UE có thể làm tăng tốc độ của nó. Điều này có thể được phát hiện bởi mạng, và trong 1030, trạm gốc 2 có thể truyền chỉ báo của việc gán số mới. Khi thu số được gán, UE có thể tạo cấu hình chính nó cho các thông số mới, và sau đó tiếp tục truyền thông với trạm gốc 2 phù hợp với các thông số được kết hợp với chỉ báo thứ hai, như được thể hiện trong 1035.

Fig.11 minh họa các bước ví dụ theo phương pháp truyền thông các tín hiệu sử dụng OFDM mà ở đó trạm gốc có thể hỗ trợ nhiều hơn một vài cấu hình đối với các UE khác nhau trong các dải tần con khác nhau của cùng dải tần con, phù hợp với các khía cạnh của sáng chế. Ở bước tùy chọn 1105, UE thứ nhất 1 yêu cầu cấu hình số để truyền thông với trạm gốc, và ở bước tùy chọn 1108, UE thứ hai 2 yêu cầu cấu hình số để truyền thông với cùng trạm gốc. Ở bước 1110, trạm gốc gửi chỉ báo của số được gán đến UE thứ nhất 1, và ở bước 1112, trạm gốc gửi chỉ báo của số được gán đến UE thứ hai 2. Trong các phương án lấy làm ví dụ số được gán cho UE 1 dùng để sử dụng trong các dải tần con khác nhau mà số được gán cho UE 2 và các số được gán tương ứng có thể bao gồm các tập thông số OFDM khác nhau sao cho UE 1 và UE 2 đều sẽ truyền thông với trạm

gốc trong dải con tương ứng sử dụng tập thông số OFDM tương ứng, như được chỉ báo ở các bước 1115 và 1120.

Theo ví dụ trên Fig.12, trong thao tác, khi thiết lập (bước 1202) kết nối ban đầu với UE 412, bộ xử lý BS 404 có thể lựa chọn (bước 1204) số cụ thể để sử dụng để truyền thông thêm với UE 412. Bộ xử lý BS 404 có thể dựa vào việc lựa chọn trên các yêu cầu khác nhau kết hợp với ứng dụng cần được thực hiện ở UE 412 và sẽ sử dụng kết nối mong muốn giữa BS 402 và UE 412. UE 412 có thể truyền thông một hoặc nhiều yêu cầu đến BS 402 như một phần của sự thiết lập kết nối ban đầu. Một yêu cầu như vậy có thể là ngưỡng độ trễ. Yêu cầu khác như vậy có thể là tỷ số định trước của lưu lượng điều khiển đến lưu lượng dữ liệu được kết hợp với kết nối mong muốn giữa BS 402 và UE 412. Các yêu cầu khác có thể liên quan đến các cấu hình TDD và sự cùng tồn tại dải con.

Lựa chọn (bước 1204) số cụ thể, xét về sự thực hiện trước, có thể bao gồm sự xác định khoảng cách sóng mang con cơ sở và chi phí CP. Thực vậy, khoảng cách sóng mang con cơ sở và chi phí CP có thể đã được thiết lập để truyền thông giữa BS 402 và UE 402 sao cho việc xác định có thể bao gồm việc đọc đơn giản vị trí bộ nhớ. Bộ xử lý BS 404 có thể lựa chọn khoảng cách sóng mang con mới mà là bội số nguyên của khoảng cách sóng mang con cơ sở. Bộ xử lý BS 404 có thể sau đó lựa chọn độ dài CP mới cho khoảng cách sóng mang con mới, trong đó độ dài CP mới duy trì chi phí CP được thiết lập.

Một khi bộ xử lý BS 404 đã lựa chọn (bước 1204) số cụ thể, bộ xử lý BS 404 có thể truyền (bước 1206) chỉ báo của số được lựa chọn đến UE 412. Như được nêu trên, bộ xử lý BS 404 có thể chỉ báo chỉ mục đến sơ đồ số cụ thể trong bảng được chia sẻ bởi BS 402 và UE 412.

Theo phương án lấy làm ví dụ nêu trên, BS 402 truyền, đến UE 412 trên dải tần phụ thứ nhất, cấu hình của loại tín hiệu số thứ nhất, loại tín hiệu số thứ nhất bao gồm chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất. BS 402 cũng truyền, đến UE 412 trên dải tần phụ thứ hai, cấu hình của loại tín hiệu số thứ hai, loại tín hiệu số

thứ hai bao gồm chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai. Việc truyền cấu hình của các loại thứ nhất và thứ hai của tín hiệu số có thể xảy ra đáp lại việc thu nhận, bởi BS 402 và từ UE 412, của yêu cầu. Trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất trong loại tín hiệu số thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ thứ nhất với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai trong loại tín hiệu số thứ hai, mối tương quan tỉ lệ thứ nhất bao gồm phép nhân bởi hệ số tỷ lệ. Ngoài ra, trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất trong loại tín hiệu số thứ nhất có mối tương quan tỉ lệ thứ hai với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai trong loại tín hiệu số thứ hai, mối tương quan tỉ lệ thứ hai bao gồm phép nhân với nghịch đảo của hệ số tỷ lệ.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phương pháp cấu hình truyền thông, với thiết bị truyền thông, sử dụng ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM), phương pháp này bao gồm bước thu dữ liệu phù hợp với tập hợp cấu hình số thứ nhất trên dải tần phụ thứ nhất và thu dữ liệu phù hợp với tập hợp cấu hình số thứ hai trên dải tần phụ thứ hai. Cấu hình số bao gồm độ dài khoảng thời gian truyền (TTI) và khoảng thời gian khoảng cách sóng mang con. Cả độ dài TTI và khoảng thời gian khoảng cách sóng mang con trong hai tập hợp của cấu hình số nằm trong mối tương quan mở rộng được. Độ dài TTI và khoảng thời gian khoảng cách sóng mang con nằm trong mối tương quan mở rộng được tỷ lệ nghịch. Số lượng của các ký hiệu trên mỗi TTI được đưa ra cố định cho hai tập hợp của các cấu hình số.

Các dạng sóng OFDM được sử dụng trong nhiều hệ thống truyền và có nhiều đặc tính đã biết. Dạng sóng OFDM có thể được tạo mô hình như hàm sin, như được thể hiện trên Fig.13. Dạng sóng thứ nhất 1300 trong sóng mang con thứ nhất được thể hiện bên cạnh dạng sóng thứ hai 1304 trong sóng mang con thứ hai. Để tránh nhiễu giữa các sóng mang con liền kề, tần số trung tâm f_1 1302 của dạng sóng 1300 được dịch vị từ tần số trung tâm f_2 1306 của dạng sóng 1302, sao cho đỉnh của một dạng sóng khớp với không trong dạng sóng liền kề.

Khoảng cách giữa các tần số liền kề được đề cập đến là khoảng cách sóng mang con. Trong ví dụ được minh họa, khoảng cách sóng mang con là $|f_1 - f_2|$. Khoảng cách sóng mang con là một trong số các thông số mà định rõ số truyền. Các thông số khác như vậy bao gồm độ dài của CP, kích thước của ký hiệu OFDM và độ dài của TTI.

Kích thước của ký hiệu OFDM là hàm số của cả khoảng cách sóng mang con và độ dài của CP. Độ dài (hoặc khoảng thời gian theo thời gian) của TTI có thể được định rõ như hàm số của số lượng các ký hiệu OFDM được truyền trong một TTI.

Trong các mạng thông thường, chẳng hạn như các mạng LTE, các thông số tương đối cố định. Điều này cho phép giản hóa sự thực hiện của các bộ truyền và các bộ thu, và có thể làm giảm tính phức tạp của thủ tục kèm theo. Các thông số, chẳng hạn như khoảng cách sóng mang con trong mạng LTE được lựa chọn dựa vào sự cố gắng đáp ứng các vấn đề của các kịch bản trường hợp sử dụng phổ biến nhất. Trong LTE, hai khoảng cách sóng mang con (15 kHz và 7,5 kHz) được định rõ để cho phép các mạng dùng hai kịch bản cụ thể. Sự triển khai của các thiết bị tương đối cố định với các yêu cầu độ rộng dải tần thấp (chẳng hạn như các thiết bị truyền thông loại máy (Machine Type Communication, viết tắt là MTC), được gọi khác là sự triển khai vạn vật kết nối Internet (IoT)) có thể được phục vụ với khoảng cách sóng mang con hẹp hơn để phù hợp độ rộng dải tần thấp và số lượng các thiết bị lớn hơn. Hỗ trợ nhiều thiết bị di động yêu cầu các kết nối dải rộng di động (Mobile Broadband, viết tắt là MBB) có thể được phục vụ sử dụng các khoảng cách sóng mang con 15 kHz. Trong cả hai số, TTI cố định là 1 ms được định rõ. Số lượng của các ký hiệu được mang trong mỗi trong số hai số khác nhau sao cho độ dài TTI được giữ nguyên.

Trong các mạng tương lai, khả năng chiếm một phạm vi rộng hơn của các tần số truyền gây ra vấn đề với các số LTE hiện thời mà đã được lựa chọn dựa vào các đặc tính của các kênh được kết hợp với dải giới hạn của các tần số được hỗ trợ và các mong muốn về tính di động. Để làm tăng dung lượng trong mạng

và để hỗ trợ cho các kịch bản di động khác nhau, cần phải có cách tiếp cận linh hoạt hơn với số dạng sóng.

Dựa vào các đặc điểm tính di động của thiết bị di động (ví dụ UE) và tần số trung tâm của sóng mang con, khoảng cách sóng mang con biến đổi có thể mang lại lợi ích. Thiết bị tính di động thấp (hoặc không có) mà được mong đợi để có các kết nối độ rộng dải tần thấp, có thể được hỗ trợ đầy đủ bởi khoảng cách sóng mang con hẹp. Các thiết bị với vận tốc cao hơn và hoạt động trong dải tần số cao hơn (ví dụ 6GHz) có thể gặp phải hiệu suất suy giảm với khoảng cách sóng mang con 15 kHz do nhiều yếu tố bao gồm các sự dịch chuyển tần số do Doppler như được nhận thấy bởi bộ thu. Các UE di chuyển theo các hướng khác nhau với các tốc độ khác nhau sẽ dẫn đến các sự dịch chuyển tần số do Doppler khác nhau như được nhận thấy bởi bộ thu, mà có thể gây ra nhiễu giữa các sóng mang con liền kề.

Để giải quyết những vấn đề này, thực thể mạng có thể, gán cả hai tần số trung tâm và khoảng cách sóng mang con cho thiết bị. Việc gán này có thể được thực hiện khi lắp thiết bị hoặc ở các thời điểm khác dựa vào thay đổi trong các nhu cầu của thiết bị. Theo một phương án, mạng có thể hỗ trợ cả khoảng cách sóng mang con biến đổi và độ dài CP biến đổi, trong khi trong các phương án khác độ dài CP là không đổi. Thay đổi hoặc là khoảng cách sóng mang con hoặc độ dài CP sẽ thay đổi độ dài của ký hiệu OFDM.

Độ dài của TTI có thể là không đổi trong khoảng thời gian (ví dụ độ dài TTI không đổi là 1 ms trong LTE) hoặc nó có thể là không đổi trong số lượng của các ký hiệu OFDM mà có thể được mang trong TTI. Để duy trì cả hai khoảng thời gian cố định của TTI và số lượng cố định của các ký hiệu OFDM trên mỗi TTI, độ dài CP cần phải được điều chỉnh cùng với khoảng cách sóng mang con. Trong một số kịch bản điều này có thể dẫn tới CP không đủ dài để cung cấp sự bảo vệ khỏi nhiễu liên ký hiệu, trong khi trong các kịch bản khác cần làm giảm hiệu quả của số. Cũng cần được lưu ý rằng có độ dài nhỏ nhất cho

CP, làm cho khả năng kiểm soát độ dài của ký hiệu OFDM bằng cách điều chỉnh độ dài của CP là giới hạn.

Bằng cách cho phép độ dài của ký hiệu OFDM thay đổi, mạng có thể hoặc là cố định độ dài CP hoặc cho phép độ dài CP cần được lựa chọn mà cung cấp hiệu quả mong muốn và mức độ bảo vệ được yêu cầu.

Duy trì khoảng thời gian cố định TTI trên nhiều khoảng cách sóng mang con và trên dải tần số rộng cần phải có số lượng của các ký hiệu trong mỗi TTI khác với khoảng cách sóng mang con thay đổi. Điều này có thể chấp nhận được nếu nút truy cập mạng hỗ trợ số lượng các số giới hạn mà được thiết kế kết hợp với nhau. Nút truy cập chỉ hỗ trợ các trạm, các thiết bị chẳng hạn như các thiết bị MTC có thể cùng tồn tại với nút truy cập hỗ trợ các thiết bị MBB di động cao trong cùng mạng. Tuy nhiên, nút truy cập được giao nhiệm vụ phục vụ các loại kết nối khác nhau sẽ rất hạn chế trong khả năng hỗ trợ các số khác nhau, hoặc nó sẽ cần hỗ trợ các kiến trúc kênh khác nhau nếu khoảng thời gian cố định TTI sẽ chứa các số lượng ký hiệu OFDM khác nhau đối với các loại kết nối khác nhau.

Để cho phép độ dài ký hiệu OFDM biến đổi, mà như được lưu ý ở trên là kết quả của khoảng cách sóng mang con biến đổi với các độ dài CP hữu dụng, khoảng thời gian của TTI có thể được cho phép để thay đổi cho các cấu hình số khác nhau. Khoảng thời gian TTI biến đổi có thể cho phép số lượng cố định của các ký hiệu OFDM trên mỗi TTI trên tất cả các số được hỗ trợ bởi nút truy cập mạng.

Do đó, phương pháp để hỗ trợ số linh hoạt có thể được đưa ra mà cho phép khoảng cách sóng mang con linh hoạt với hoặc là các độ dài CP cố định hoặc các độ dài CP biến đổi. Khoảng thời gian của TTI cũng thay đổi phù hợp với độ dài ký hiệu OFDM (như số lượng của các ký hiệu/TTI là không đổi). Bằng cách lựa chọn số lượng của các ký hiệu/TTI, mạng có thể cùng tồn tại an toàn với mạng LTE. Trong một ví dụ như vậy TTI có thể được định rõ để giữ 7 ký hiệu OFDM (được chia giữa dữ liệu và CP).

Mạng có thể lựa chọn số cần được sử dụng bởi UE phù hợp với số lượng của các hệ số. Loại UE, loại kết nối được yêu cầu, tần số ở đó kết nối sẽ được tạo ra, tốc độ mong muốn của UE và yếu tố khác có thể được sử dụng để lựa chọn khoảng cách sóng mang con. Theo một số phương án, các yếu tố này có thể cũng được sử dụng để lựa chọn độ dài CP. Dựa vào SCS và độ dài CP, kích thước ký hiệu OFDM có thể được định rõ, và dựa vào số lượng của các ký hiệu/TTI được hỗ trợ bởi mạng, khoảng thời gian TTI được thiết đặt.

Mạng có thể sau đó lệnh cho UE sử dụng số được lựa chọn. Theo một số phương án, UE có thể thông báo rõ ràng cho mạng rằng nó có thể chỉ hỗ trợ số lượng các cấu hình số giới hạn. Điều này có thể bao gồm UE truyền sự nhận dạng của các số mà nó có thể hỗ trợ. Trong kịch bản như vậy, thực thể mạng sẽ lựa chọn số mà được hỗ trợ bởi UE.

Một số mạng, và một vài UE, có thể hỗ trợ tập hợp số định trước, trong khi các UE khác có thể hỗ trợ sự thay đổi lớn hơn của các khoảng cách sóng mang con (và các độ dài CP). Nếu có số lượng giới hạn của các số được hỗ trợ, chúng có thể được lưu trữ trong bảng và được chỉ ra bởi chỉ báo về trị số. Theo cách khác, số lượng các thông số đủ có thể được sử dụng để nhận dạng số. Chẳng hạn, nếu mạng yêu cầu độ dài CP không đổi, và số lượng của các ký hiệu/TTI được định rõ, có thể nhận dạng số với chỉ khoảng cách sóng mang con. Mà ở đó độ dài CP biến đổi được hỗ trợ, có thể nhận dạng số với khoảng cách sóng mang con và cặp CP. Khi độ dài CP là không đổi, cũng có thể nhận dạng số với độ dài TTI, vì số lượng cố định của các ký hiệu trong TTI cho phép sự nhận dạng của độ dài ký hiệu OFDM, mà đưa ra CP cố định có thể cho phép sự nhận dạng của khoảng cách sóng mang con.

Mặc dù sáng chế mô tả các phương pháp và các quy trình với các bước theo thứ tự nhất định, một hoặc nhiều bước của các phương pháp và các quy trình có thể được bỏ qua hoặc được thay đổi khi thích hợp. Một hoặc nhiều bước có thể diễn ra theo thứ tự khác với thứ tự trong đó chúng được mô tả, khi thích hợp.

Theo các khía cạnh khác nhau của sáng chế, các phương pháp và các hệ thống dùng cho số OFDM mở rộng được được bộc lộ. Trong khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp tạo cấu hình truyền thông, với thiết bị truyền thông, sử dụng đa hợp phân chia theo tần số trực giao (OFDM), phương pháp này bao gồm các bước: thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất cần được áp dụng cho khung con thứ nhất của các ký hiệu OFDM; thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai cho loại tín hiệu số thứ hai cần được áp dụng cho khung con thứ hai của các tín hiệu OFDM; trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai.

Theo phương án thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp còn bao gồm các bước truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất, và truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải con tần số thứ hai đồng thời với bước truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất.

Theo phương án thứ hai của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ nhất, và mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất đến khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỷ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỷ lệ thứ hai.

Theo phương án thứ ba của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó khoảng thời gian khung phụ thứ nhất bao gồm tổng của khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn cho tất cả

các ký hiệu OFDM trong khung con thứ nhất, và khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao gồm tổng của khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn cho tất cả các ký hiệu OFDM trong khung con thứ hai, và phương pháp này bao gồm các bước thu chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo phương án thứ tư của khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải con tần số thứ nhất, phương pháp này còn bao gồm các bước: thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian khung con thứ ba cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số khoảng thời gian khung phụ thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải con tần số thứ hai đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng được tạo cấu hình dùng cho đa hợp phân chia theo tần số trực giao (OFDM), thiết bị người dùng bao gồm: bộ nhớ lưu trữ các lệnh; và bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để: thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất; thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai cho loại tín hiệu số thứ hai; trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai.

Theo phương án thứ nhất của khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất, và để truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải con tần số thứ hai đồng thời với việc truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất.

Theo phương án thứ hai của khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng trong đó mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ nhất và mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất đến khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỷ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỷ lệ thứ hai.

Theo phương án khác của phương án thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng trong đó tín hiệu số thứ nhất và tín hiệu số thứ hai đều có số lượng các ký hiệu OFDM xác định trong khung con, khoảng thời gian khung phụ thứ nhất bao gồm tổng của khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn cho tất cả các ký hiệu OFDM trong khung con thứ nhất.

Theo phương án khác nữa của phương án thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để thu chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo phương án khác của phương án thứ hai, sáng chế đề xuất thiết bị người dùng trong đó khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải con tần số thứ nhất, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: thu chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian

khung con thứ ba cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số khoảng thời gian khung phụ thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải con tần số thứ hai đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp tạo cấu hình truyền thông, với thiết bị truyền thông, sử dụng đa hợp phân chia theo tần số trực giao (OFDM), phương pháp này bao gồm các bước: truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất; truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai cho loại tín hiệu số thứ hai; trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai.

Theo phương án thứ nhất của khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp còn bao gồm các bước thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất, và thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải con tần số thứ hai đồng thời với bước thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất.

Theo phương án thứ hai của khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ nhất và mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất đến khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỷ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỷ lệ thứ hai.

Theo phương án khác của phương án thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó khoảng thời gian khung phụ thứ nhất bao gồm khoảng thời gian

của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn đối với số lượng các ký hiệu OFDM xác định, phương pháp còn bao gồm các bước truyền chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo phương án thứ ba của khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất phương pháp trong đó khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải con tần số thứ nhất, phương pháp này bao gồm các bước: truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian khung con thứ ba cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số khoảng thời gian khung phụ thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải con tần số thứ hai đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất trạm gốc được tạo cấu hình cho đa hợp phân chia theo tần số trực giao (OFDM), trạm gốc bao gồm: bộ nhớ lưu trữ các lệnh; và bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để: truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất; truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ hai; trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai.

Theo phương án thứ nhất của khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất trạm gốc trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất, và để

truyền tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ hai trên dải con tần số thứ hai đồng thời với việc thu tín hiệu được tạo cấu hình theo loại tín hiệu số thứ nhất trên dải con tần số thứ nhất.

Theo phương án thứ hai của khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất trạm gốc trong đó mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ nhất và mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất đến khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỷ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỷ lệ thứ hai.

Theo phương án khác của phương án thứ hai, sáng chế đề xuất trạm gốc trong đó khoảng thời gian khung phụ thứ nhất bao gồm khoảng thời gian của phần hữu dụng ký hiệu OFDM và phần tiền tố tuần hoàn, và trong đó bộ xử lý được tạo cấu hình để truyền chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất cho loại tín hiệu số thứ nhất và chỉ báo về trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai cần được áp dụng cho lần thứ hai đối với loại tín hiệu số thứ nhất, trong đó khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn thứ hai.

Theo phương án thứ ba của khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất trạm gốc trong đó khung con thứ nhất và khung con thứ hai đều được truyền trong dải con tần số thứ nhất, bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: truyền chỉ báo về trị số của khoảng cách sóng mang con thứ ba, và trị số của khoảng thời gian khung con thứ ba cho loại tín hiệu số thứ ba cần được áp dụng cho khung con thứ ba của các ký hiệu OFDM, trong đó khoảng thời gian khung con thứ ba là bội số nguyên của một hoặc cả hai trong số khoảng thời gian khung phụ thứ nhất và thứ hai, và khung con thứ ba được truyền trong dải con tần số thứ hai đồng thời với các khung con thứ nhất hoặc thứ hai.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất thiết bị để truyền thông tin trong mạng không dây, bao gồm: bộ xử lý; và bộ nhớ được ghép nối với bộ xử

lý, bộ nhớ lưu trữ các lệnh thực hiện được và ít nhất tập hợp các thông số thứ nhất cho loại tín hiệu OFDM thứ nhất kết hợp với khoảng cách sóng mang con thứ nhất và khoảng thời gian khung phụ thứ nhất và tập hợp các thông số thứ hai cho loại tín hiệu OFDM thứ hai kết hợp với khoảng cách sóng mang con thứ hai và khoảng thời gian khung phụ thứ hai, trong đó trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai và trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất có mối tương quan mở rộng với trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ hai, các lệnh thực hiện được, khi được thực hiện, khiến thiết bị: áp dụng có lựa chọn hoặc là tập hợp các thông số thứ nhất hoặc tập hợp các thông số thứ hai đến các ký hiệu OFDM được truyền bởi thiết bị.

Theo phương án thứ nhất của khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất thiết bị trong đó khoảng thời gian khung phụ thứ nhất mà tương ứng với tổng khoảng thời gian truyền để truyền số lượng các ký hiệu OFDM cụ thể sử dụng tập hợp các thông số thứ nhất, và khoảng thời gian khung phụ thứ hai mà tương ứng với tổng khoảng thời gian truyền để truyền cùng số lượng các ký hiệu OFDM cụ thể sử dụng tập hợp các thông số thứ hai.

Theo phương án khác của phương án thứ nhất, thiết bị trong đó thiết bị được tạo cấu hình để áp dụng tập hợp các thông số thứ nhất cho ký hiệu OFDM được truyền trong dải con tần số thứ nhất và áp dụng tập hợp các thông số thứ hai cho các ký hiệu OFDM được truyền trong dải con tần số thứ hai.

Theo phương án khác nữa của phương án thứ nhất, thiết bị được tạo cấu hình để truyền đồng thời trong các dải con tần số thứ nhất và thứ hai.

Theo phương án thứ hai của khía cạnh thứ năm, thiết bị là thiết bị người dùng.

Theo phương án khác của phương án thứ hai, thiết bị được tạo cấu hình để áp dụng tập hợp các thông số thứ nhất cho ký hiệu OFDM dành cho trạm gốc thứ nhất và tập hợp các thông số thứ hai đến các ký hiệu OFDM dành cho trạm gốc thứ hai.

Theo phương án khác nữa của phương án thứ hai, thiết bị được tạo cấu hình để áp dụng có lựa chọn hoặc là tập hợp các thông số thứ nhất hoặc tập hợp các thông số thứ hai dựa vào thông tin thu được qua mạng không dây từ một hoặc nhiều trạm gốc.

Theo phương án thứ ba của khía cạnh thứ năm, thiết bị là trạm gốc.

Theo phương án thứ tư của khía cạnh thứ năm, mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến khoảng cách sóng mang con thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ nhất và mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng thời gian khung phụ thứ nhất đến khoảng thời gian khung phụ thứ hai bao hàm phép nhân với hệ số tỷ lệ thứ hai, và trong đó hệ số tỷ lệ thứ nhất là nghịch đảo của hệ số tỷ lệ thứ hai.

Theo phương án thứ năm của khía cạnh thứ năm, mỗi ký hiệu OFDM được truyền sử dụng tập hợp các thông số thứ nhất đều bắt đầu trên ranh giới thời gian mà căn chỉnh với ký hiệu OFDM được truyền sử dụng tập hợp các thông số thứ hai.

Theo phương án thứ sáu của khía cạnh thứ năm, mối tương quan mở rộng của trị số của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến trị số của khoảng cách sóng mang con thứ hai là 2^n , mà ở đó n là số nguyên khác không.

Theo phương án khác của phương án thứ sáu, khoảng cách sóng mang con thứ nhất hoặc khoảng cách sóng mang con thứ hai có trị số là 15 kHz.

Trong khi sáng chế được mô tả, ít nhất trong một phần, xét về các phương pháp, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng sáng chế cũng được hướng đến các thành phần khác nhau để thực hiện ít nhất một vài trong số các khía cạnh và các dấu hiệu của các phương pháp được mô tả, có thể bằng các thành phần phần cứng, phần mềm hoặc sự kết hợp bất kỳ của phần cứng và phần mềm. Theo đó, giải pháp kỹ thuật của sáng chế có thể được đưa ra theo dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm thích hợp có thể được lưu trữ trong thiết bị lưu trữ được ghi trước hoặc loại khác giống như vật ghi đọc được bằng máy tính bất khả biến hoặc không chuyển tiếp, bao gồm DVD, CD-

ROM, đĩa chớp USB, ổ cứng di động, hoặc các phương tiện lưu trữ khác chẳng hạn. Sản phẩm phần mềm bao gồm các lệnh được lưu trữ hữu hình trên đó cho phép thiết bị xử lý (ví dụ, máy tính cá nhân, máy chủ, hoặc thiết bị mạng) xử lý các ví dụ về các phương pháp được bộc lộ ở đây.

Sáng chế có thể được đưa ra theo các dạng cụ thể khác mà không trệch khỏi đối tượng của yêu cầu bảo hộ. Các phương án được mô tả ví dụ cần được xem xét trong tất cả các khía cạnh chỉ là ví dụ và không giới hạn. Các dấu hiệu được lựa chọn từ một hoặc nhiều phương án nêu trên có thể được kết hợp để tạo ra các phương án khác không được mô tả rõ ràng, cần được hiểu là các dấu hiệu phù hợp cho các sự kết hợp như vậy nằm trong phạm vi của sáng chế.

Tất cả các trị số và các dải con nằm trong các dải được bộc lộ cũng được bộc lộ. Hơn nữa, trong khi các hệ thống, các thiết bị và các quy trình xử lý được bộc lộ và được thể hiện ở đây có thể bao gồm số lượng cụ thể của các phần tử/các thành phần, các hệ thống, các thiết bị và các bộ phận có thể được cải biến để bao gồm bổ sung hoặc ít hơn các phần tử/các thành phần như vậy. Chẳng hạn, trong khi bất kỳ trong số các phần tử/các thành phần được bộc lộ có thể được đề cập đến là số ít, các phương án được bộc lộ ở đây có thể được cải biến để bao gồm các các phần tử/các thành phần như vậy. Đối tượng được mô tả ở đây nhằm bao gồm và bao quát tất cả các thay đổi phù hợp trong kỹ thuật.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp cấu hình truyền thông bao gồm:

thu, bởi thiết bị người dùng (user equipment - UE), chỉ báo về khoảng cách sóng mang con thứ nhất; và

truyền hoặc thu, bởi UE, tín hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (orthogonal frequency division multiplexing - OFDM) theo khoảng cách sóng mang con thứ nhất được kết hợp với đơn vị thời gian truyền (transmission time unit - TTU) thứ nhất,

trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn (cyclic prefix -CP) bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) thứ nhất và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất,

trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là bội số 2^n của khoảng cách sóng mang con cơ sở, trong đó n là số nguyên khác không và khoảng cách sóng mang con cơ sở được kết hợp với TTU thứ hai, TTU thứ hai có cùng độ dài thời gian như là TTU thứ nhất và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con cơ sở có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần CP thứ hai và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai,

trong đó độ dài thời gian của phần CP thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần CP thứ nhất và độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích

thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ nhất của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, trong đó TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ hai của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, và trong đó khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất không được mở rộng với khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là bằng với độ dài thời gian của 16 mẫu dựa trên tần số lấy mẫu là 30,72 MHz.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là ở điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và ở điểm bắt đầu của TTU thứ hai, và điểm bắt

đầu của TTU thứ nhất và điểm bắt đầu của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian, và điểm kết thúc của TTU thứ nhất và điểm kết thúc của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó dải con tần số thứ nhất được kết hợp với TTU thứ nhất và dải con tần số thứ hai được kết hợp với TTU thứ hai.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 30 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và mười bốn khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 60 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và hai mươi tám khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ hai là 0,5 ms, và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và bảy khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

11. Thiết bị người dùng bao gồm:

bộ nhớ lưu trữ các lệnh; và

bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để:

thu chỉ báo về khoảng cách sóng mang con thứ nhất; và

truyền hoặc thu tín hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) theo khoảng cách sóng mang con thứ nhất được kết hợp với đơn vị thời gian truyền (TTU) thứ nhất,

trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn (CP) bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) thứ nhất và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất,

trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là bội số 2^n của khoảng cách sóng mang con cơ sở, trong đó n là số nguyên khác không và khoảng cách sóng mang con cơ sở được kết hợp với TTU thứ hai, TTU thứ hai có cùng độ dài thời gian như TTU thứ nhất và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con cơ sở có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần CP thứ hai và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai,

trong đó độ dài thời gian của phần CP thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần CP thứ nhất và độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất.

12. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

13. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

14. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ nhất của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, trong đó TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ hai của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, và trong đó khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất không được mở rộng với khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

15. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là bằng với độ dài thời gian của 16 mẫu dựa trên tần số lấy mẫu là 30,72 MHz.

16. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là ở điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và ở điểm bắt đầu của TTU thứ hai, và điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và điểm bắt đầu của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian, và điểm kết thúc của TTU thứ nhất và điểm kết thúc của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian.

17. Thiết bị người dùng theo điểm 16, trong đó dải con tần số thứ nhất được kết hợp với TTU thứ nhất và dải con tần số thứ hai được kết hợp với TTU thứ hai.

18. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 30 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và mười bốn khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

19. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 60 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và hai mươi tám khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

20. Thiết bị người dùng theo điểm 11, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ hai là 0,5 ms, và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và bảy khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

21. Phương pháp cấu hình truyền thông bao gồm:

truyền, bởi thiết bị mạng, chỉ báo của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE); và

truyền hoặc thu, bởi thiết bị mạng với UE, tín hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) theo khoảng cách sóng mang con thứ nhất được kết hợp với đơn vị thời gian truyền (TTU) thứ nhất,

trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn (CP) bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) thứ nhất và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất,

trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là bội số 2^n của khoảng cách sóng mang con cơ sở, trong đó n là số nguyên khác không và khoảng cách sóng mang con cơ sở được kết hợp với TTU thứ hai, TTU thứ hai có cùng độ dài thời gian như TTU thứ nhất và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con cơ sở có cùng độ dài thời gian và

mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần CP thứ hai và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai,

trong đó độ dài thời gian của phần CP thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần CP thứ nhất và độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

23. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

24. Phương pháp theo điểm 21, trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ nhất của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, trong đó TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ hai của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, và trong đó khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất không được mở rộng với khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

25. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là bằng với độ dài thời gian của 16 mẫu dựa trên tần số lấy mẫu là 30,72 MHz.

26. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là ở điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và ở điểm bắt đầu của TTU thứ hai, và điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và điểm bắt đầu của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian, và điểm kết thúc của TTU thứ nhất và điểm kết thúc của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian.

27. Phương pháp theo điểm 26, trong đó dải con tần số thứ nhất được kết hợp với TTU thứ nhất và dải con tần số thứ hai được kết hợp với TTU thứ hai.

28. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 30 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và mười bốn khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

29. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 60 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và hai mươi tám khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

30. Phương pháp theo điểm 21, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ hai là 0,5 ms, và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và bảy khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

31. Thiết bị mạng bao gồm:

bộ nhớ lưu trữ các lệnh; và

bộ xử lý được tạo cấu hình, bởi các lệnh, để:

truyền chỉ báo của khoảng cách sóng mang con thứ nhất đến thiết bị người dùng (UE); và

truyền hoặc thu tín hiệu ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM) theo khoảng cách sóng mang con thứ nhất được kết hợp với đơn vị thời gian truyền (TTU) thứ nhất,

trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian tiền tố tuần hoàn (CP) bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con thứ nhất có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần tiền tố tuần hoàn (CP) thứ nhất và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất,

trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là bội số 2^n của khoảng cách sóng mang con cơ sở, trong đó n là số nguyên khác không và khoảng cách sóng mang con cơ sở được kết hợp với TTU thứ hai, TTU thứ hai có cùng độ dài thời gian như là TTU thứ nhất và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được của khoảng cách sóng mang con cơ sở có cùng độ dài thời gian và mỗi khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được này bao gồm phần CP thứ hai và phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai,

trong đó độ dài thời gian của phần CP thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần CP thứ nhất và độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ hai là bội số 2^n của độ dài thời gian của phần tín hiệu OFDM hữu ích thứ nhất.

32. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

33. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 15 kHz và được kết hợp với khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn, trong đó độ dài thời gian của khoảng thời gian CP bổ sung cố định là sự khác biệt giữa khoảng thời gian CP dài và khoảng thời gian CP ngắn.

34. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ nhất của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ nhất của khoảng cách sóng mang con thứ nhất, trong đó TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở, khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được thứ hai của số lượng các khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp thứ hai của khoảng cách sóng mang con cơ sở, và trong đó khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con thứ nhất không được mở rộng với khoảng thời gian ký hiệu bắt đầu của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

35. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là bằng với độ dài thời gian của 16 mẫu dựa trên tần số lấy mẫu là 30,72 MHz.

36. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng thời gian CP bổ sung cố định là ở điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và ở điểm bắt đầu của TTU thứ hai, và điểm bắt đầu của TTU thứ nhất và điểm bắt đầu của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian, và điểm kết thúc của TTU thứ nhất và điểm kết thúc của TTU thứ hai được căn chỉnh trong miền thời gian.

37. Thiết bị mạng theo điểm 36, trong đó dải con tần số thứ nhất được kết hợp với TTU thứ nhất và dải con tần số thứ hai được kết hợp với TTU thứ hai.

38. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 30 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và mười bốn khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

39. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng cách sóng mang con thứ nhất là 60 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ nhất là 0,5 ms, và TTU thứ nhất bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và hai mươi tám khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con thứ nhất.

40. Thiết bị mạng theo điểm 31, trong đó khoảng cách sóng mang con cơ sở là 15 kHz, độ dài thời gian của TTU thứ hai là 0,5 ms, và TTU thứ hai bao gồm khoảng thời gian CP bổ sung cố định và bảy khoảng thời gian ký hiệu mở rộng được liên tiếp của khoảng cách sóng mang con cơ sở.

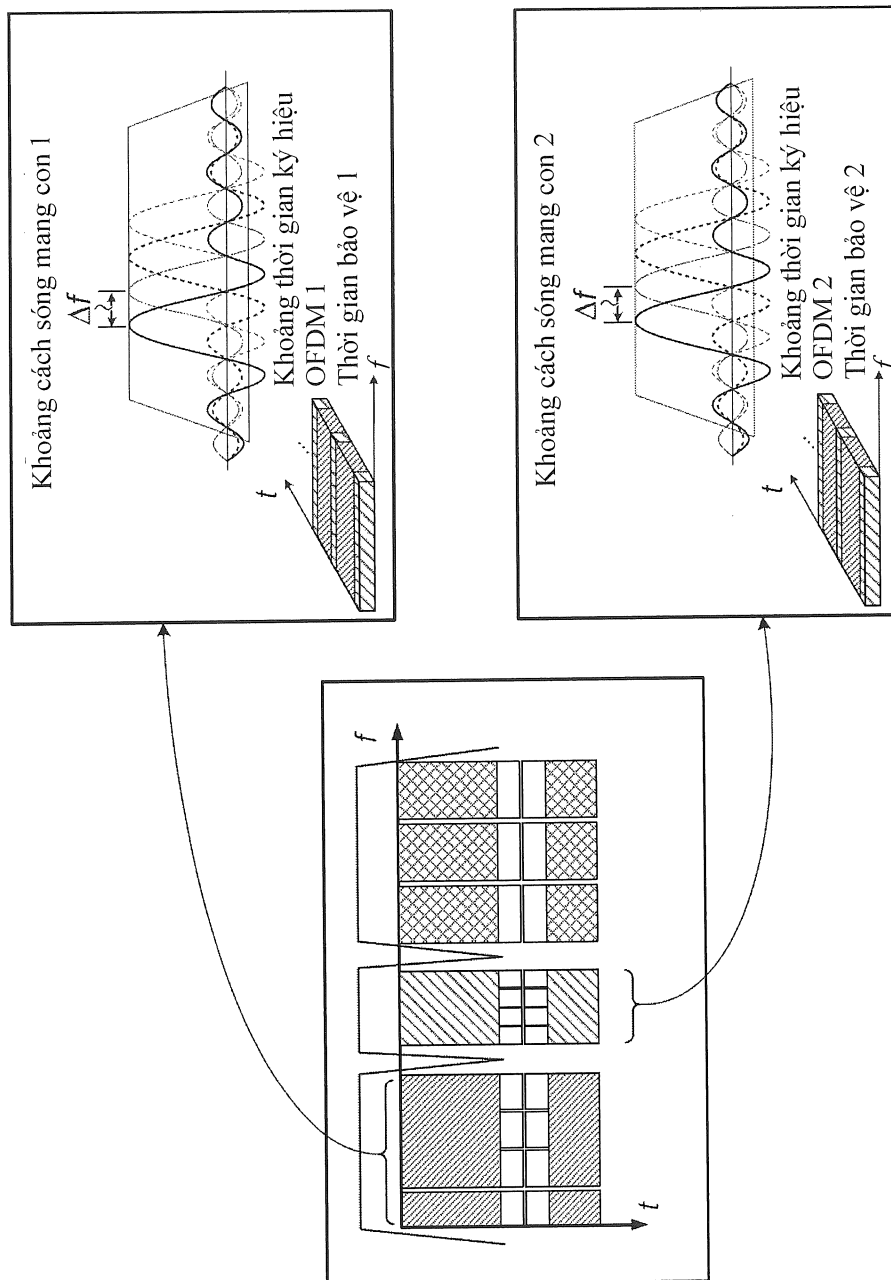


FIG. 1

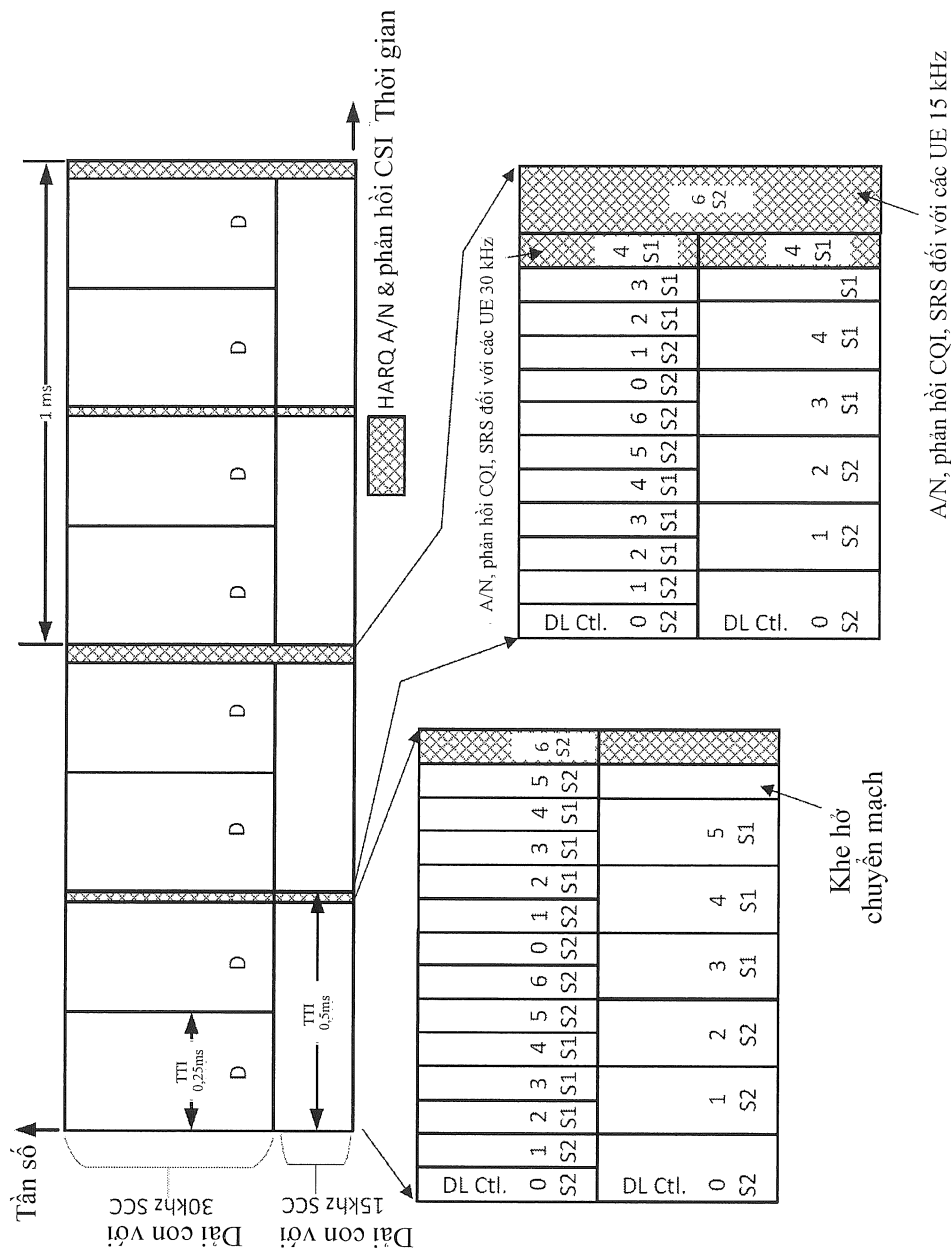


FIG. 2

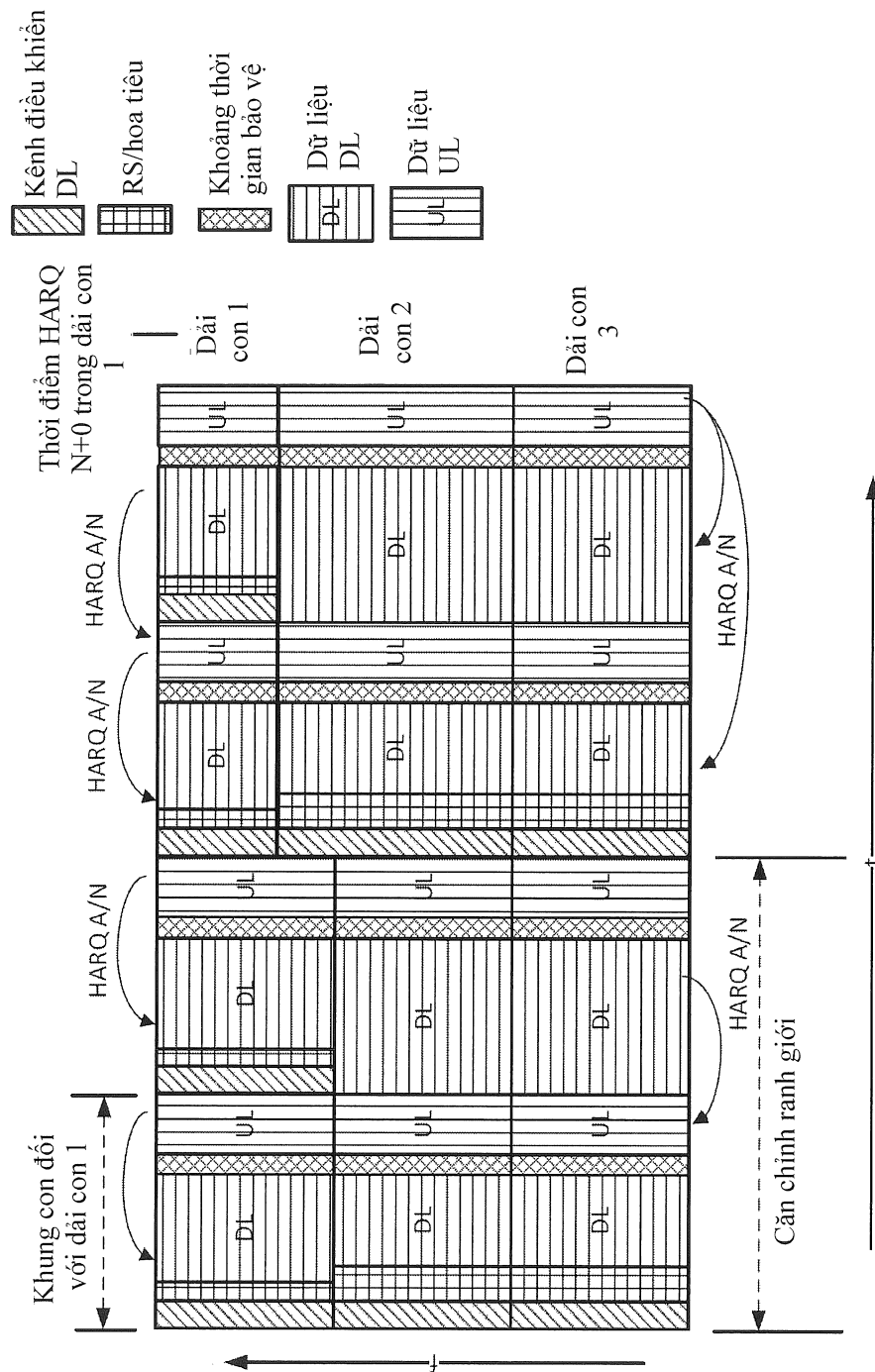


FIG. 3

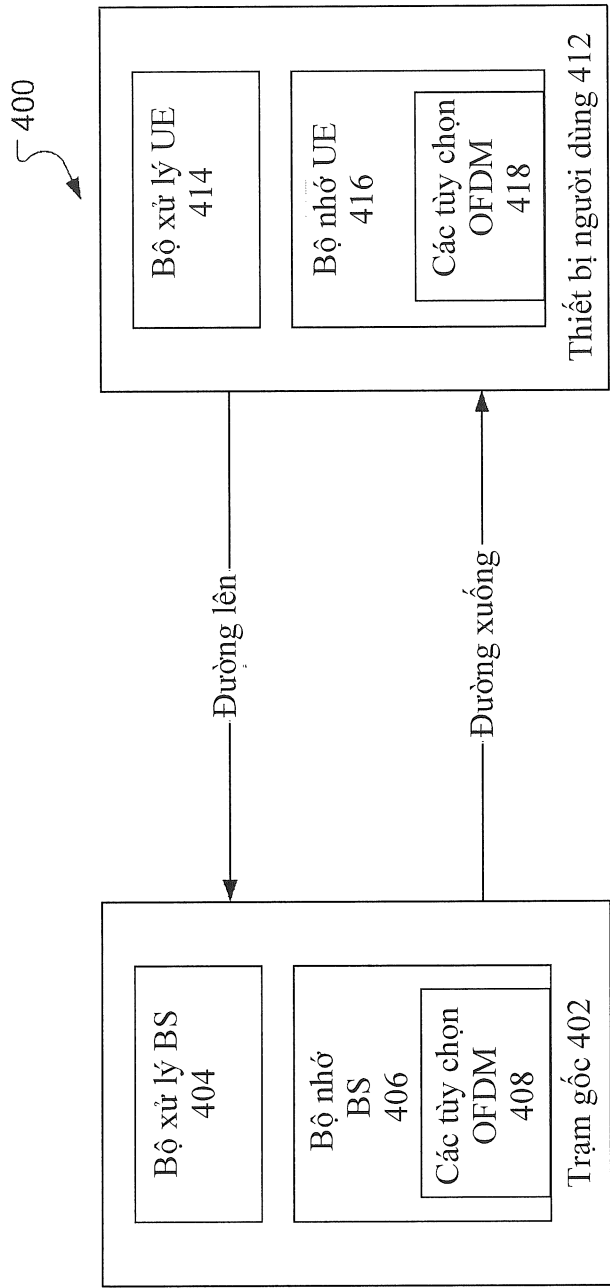


FIG. 4

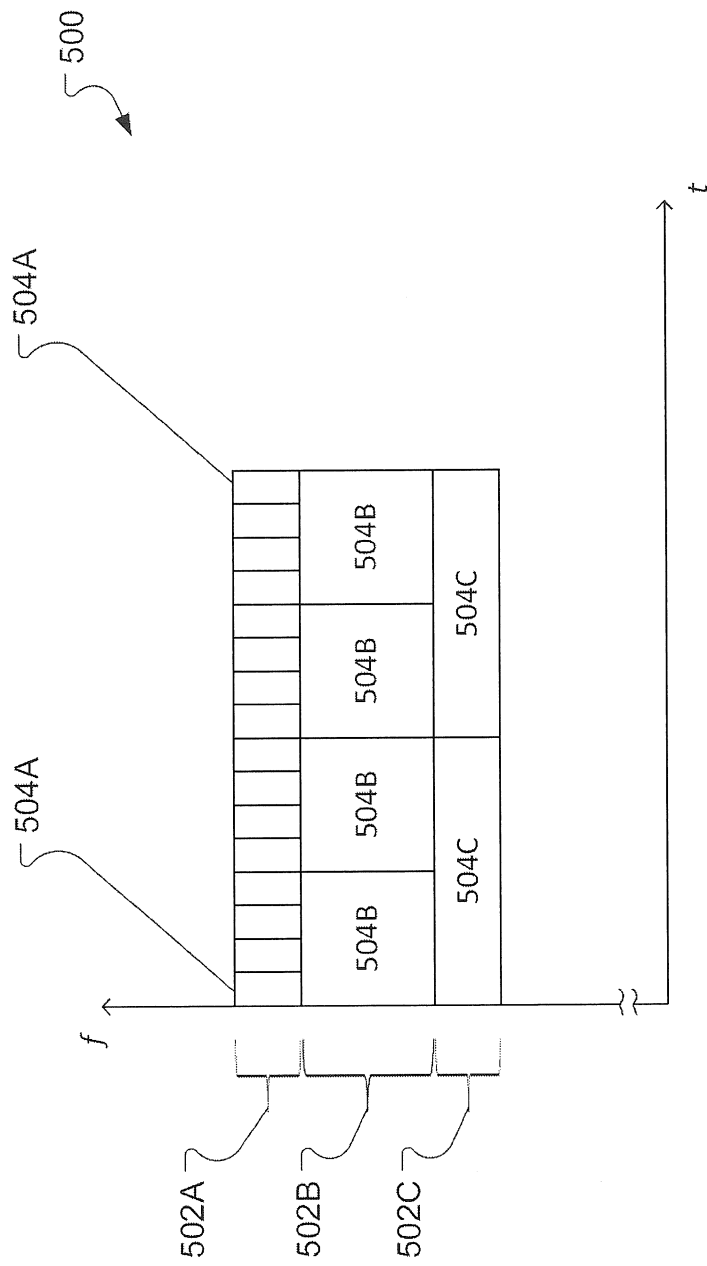


FIG. 5

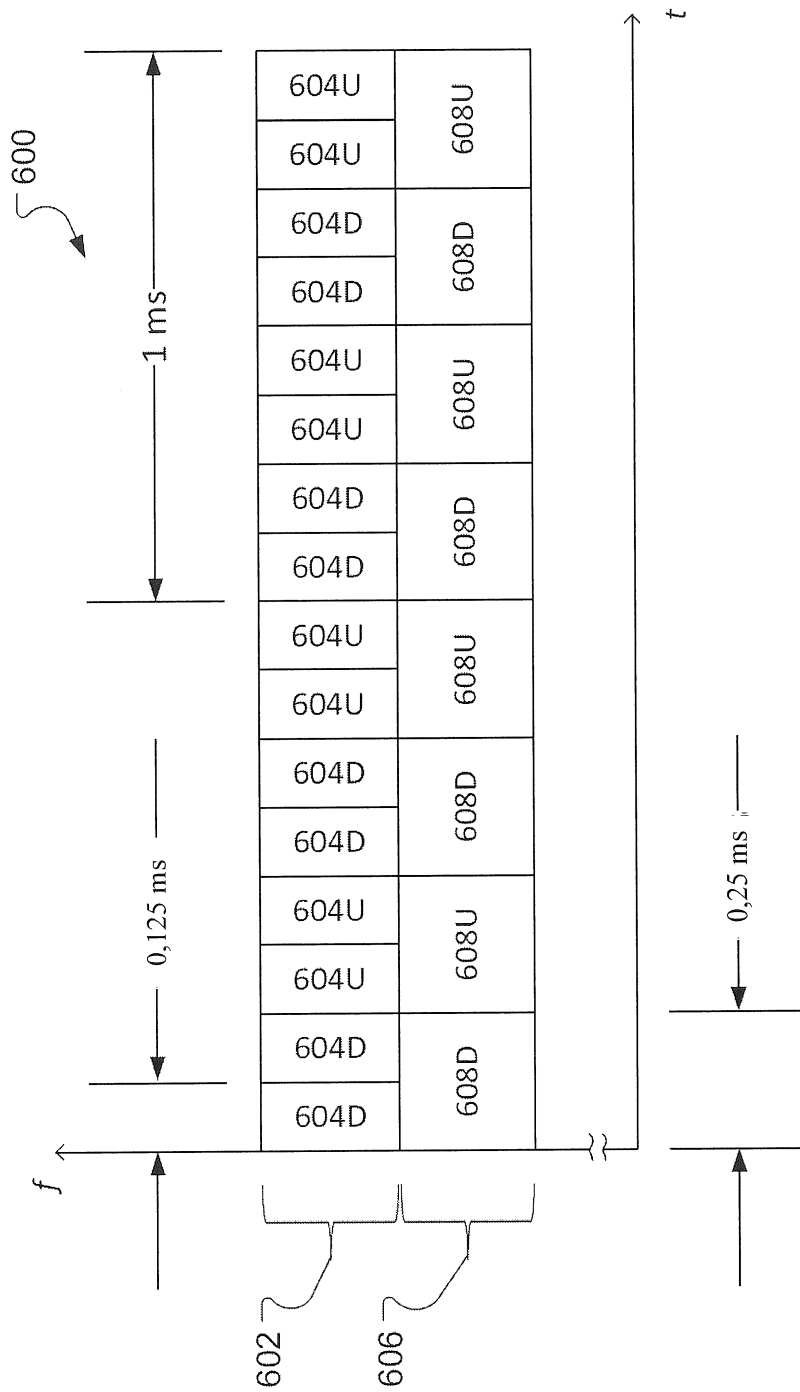


FIG. 6

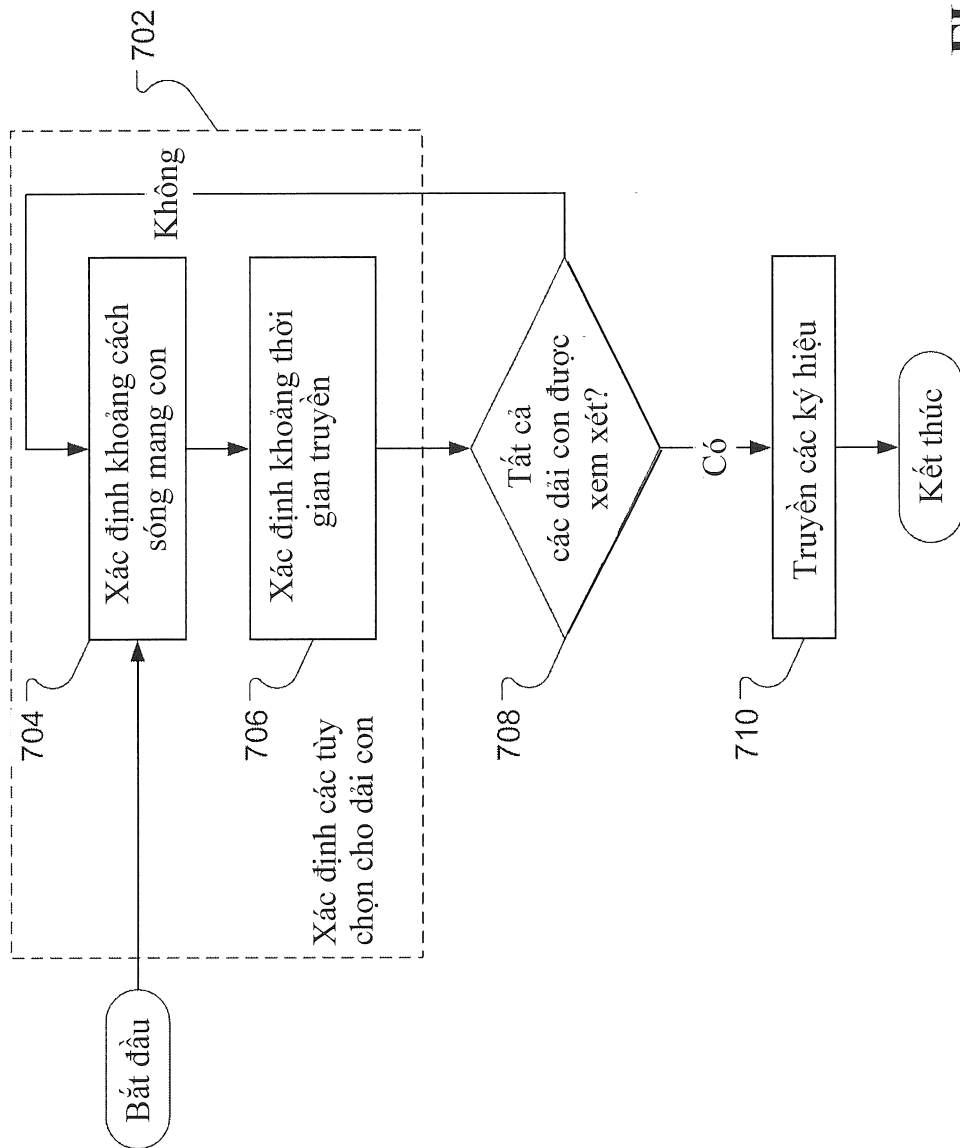


FIG. 7

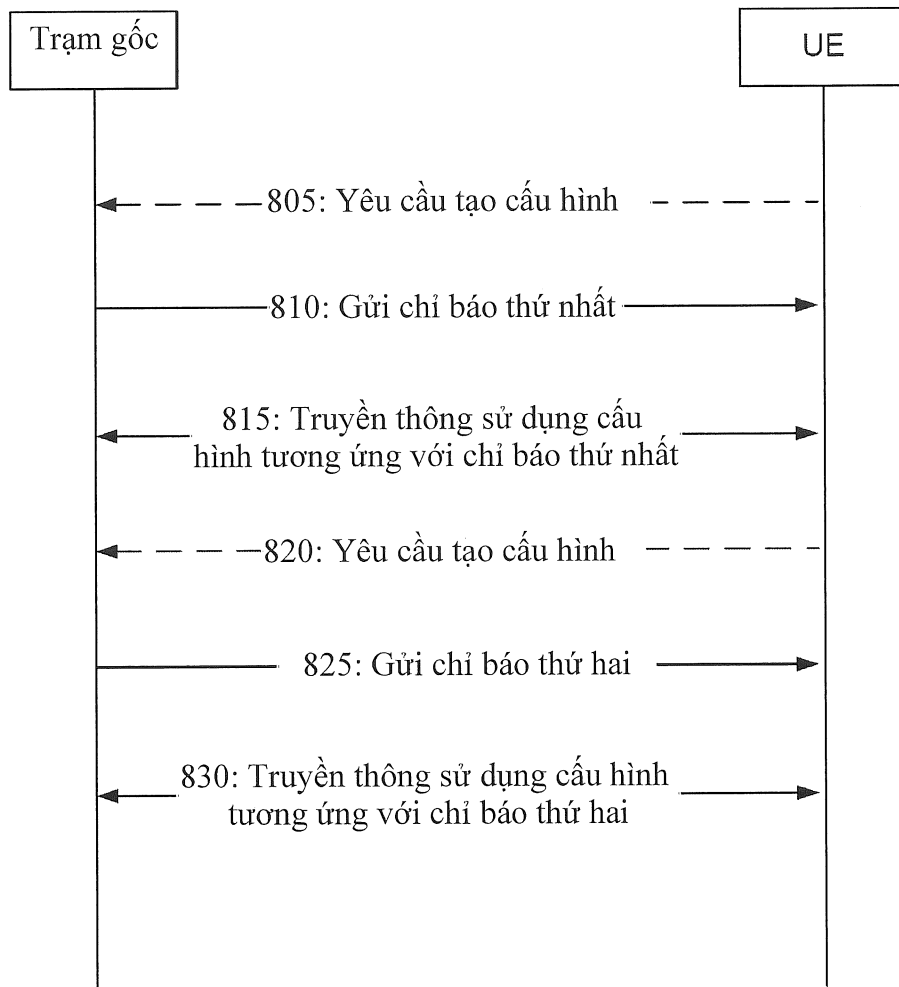
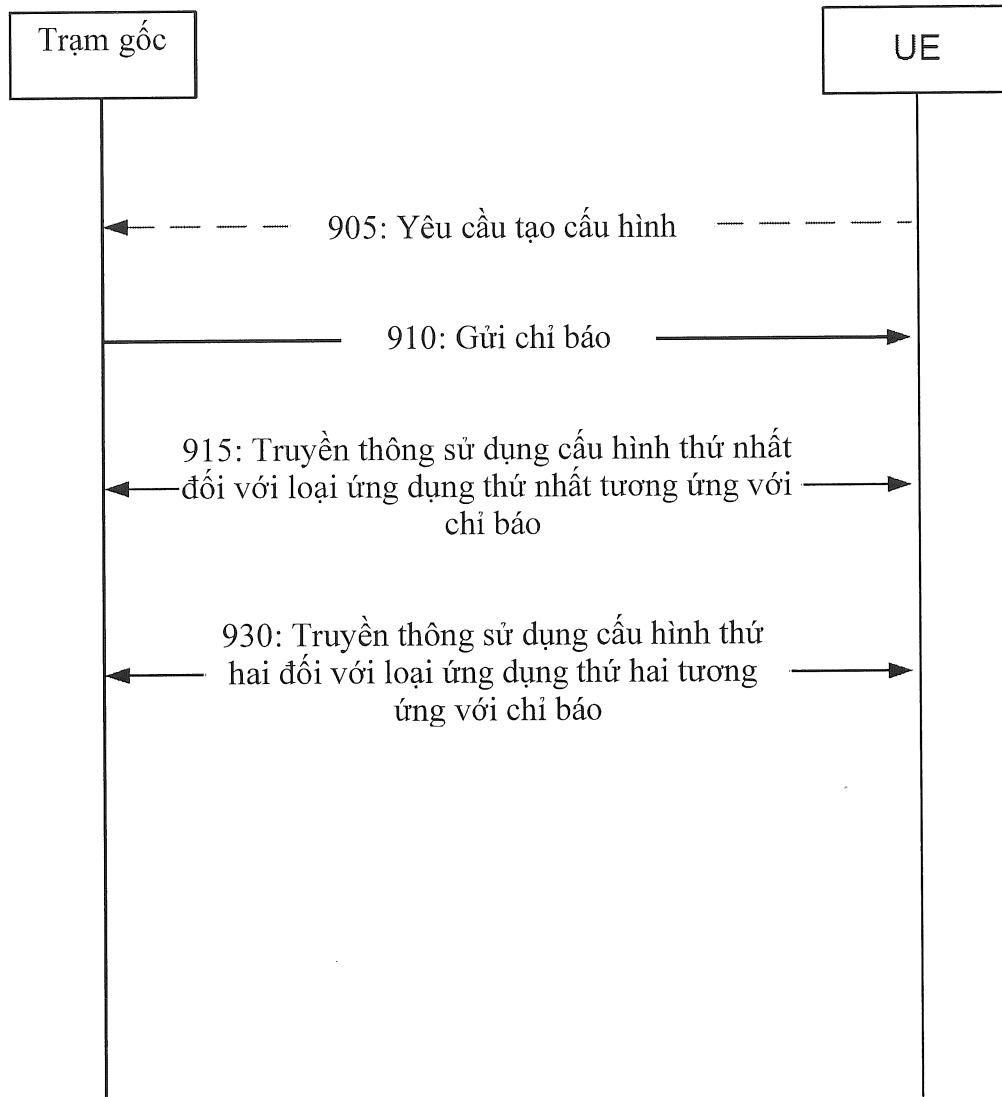


FIG. 8

**FIG. 9**

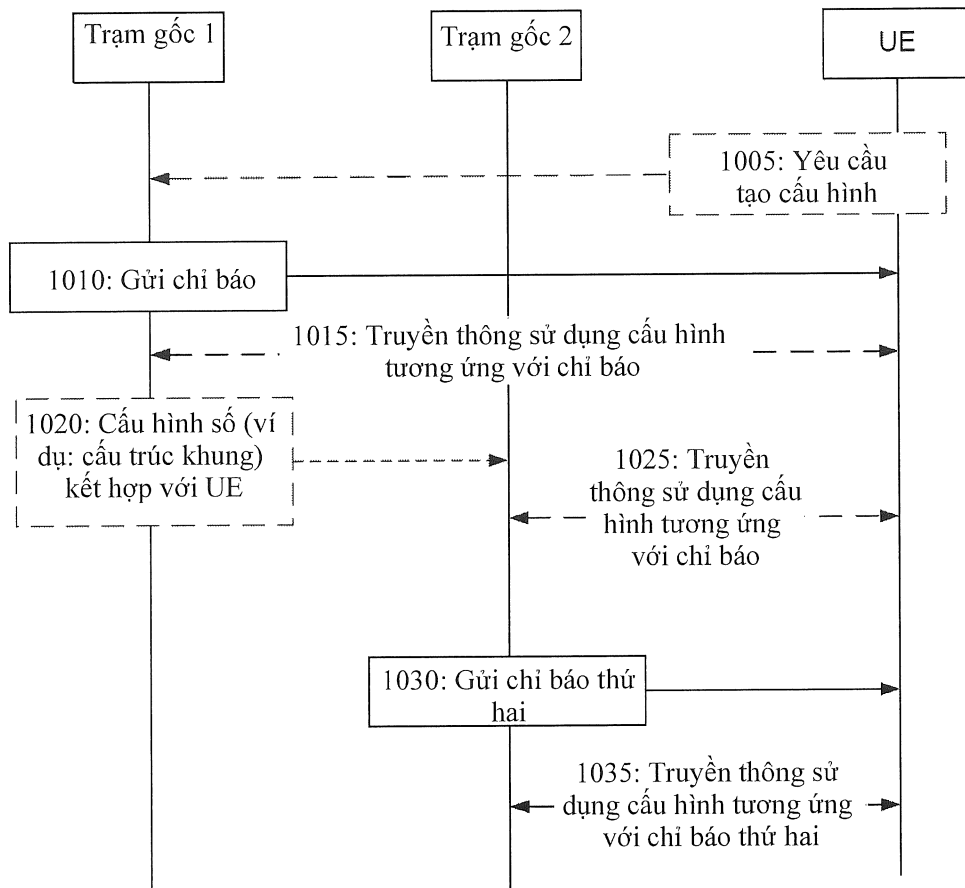


FIG. 10

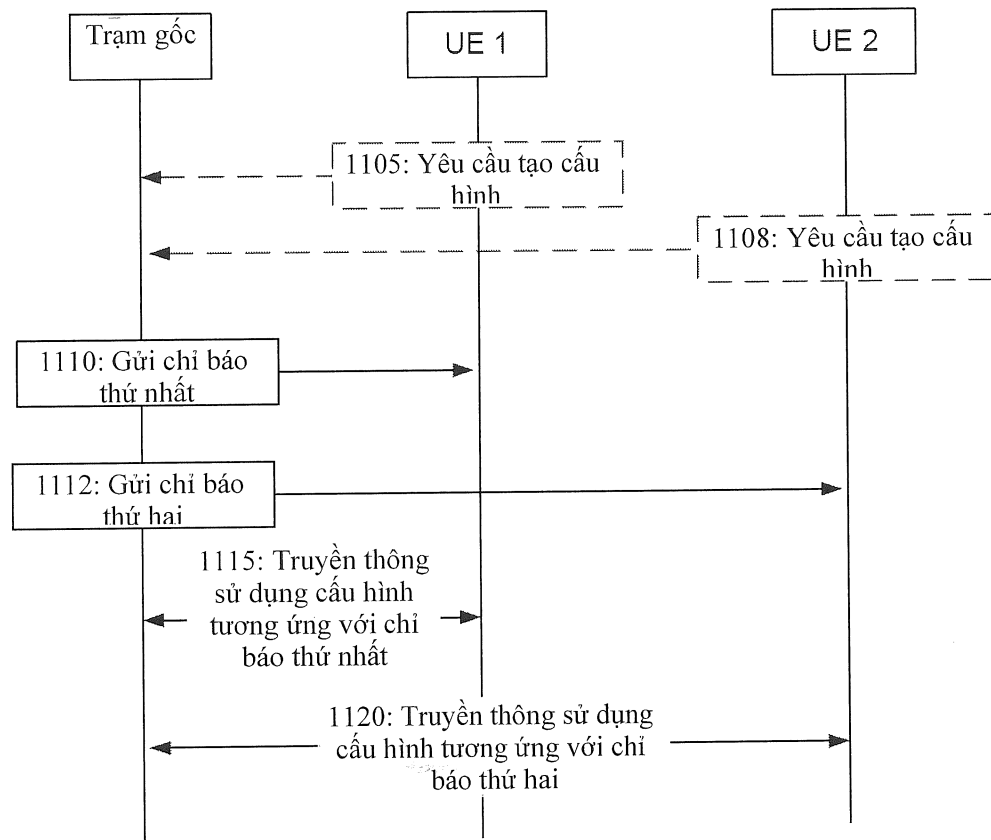
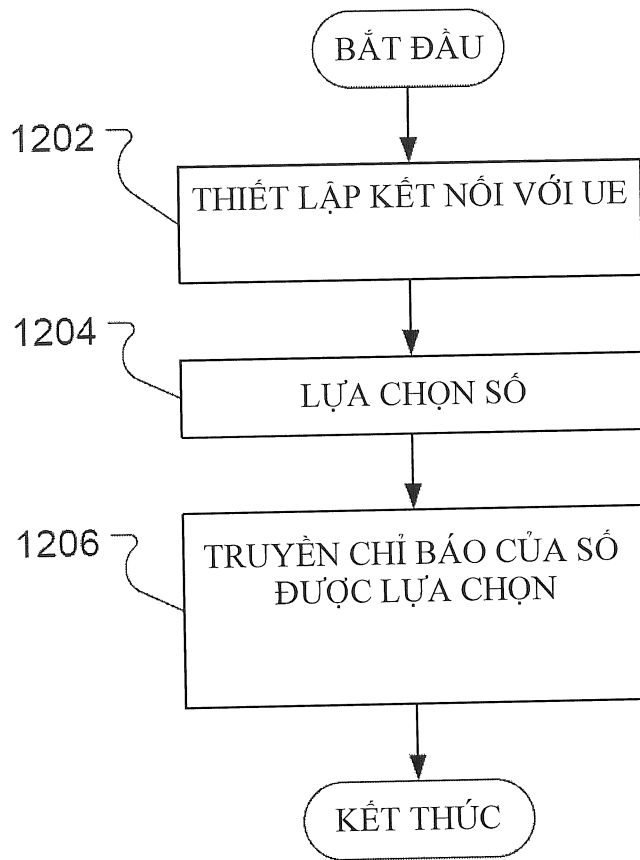
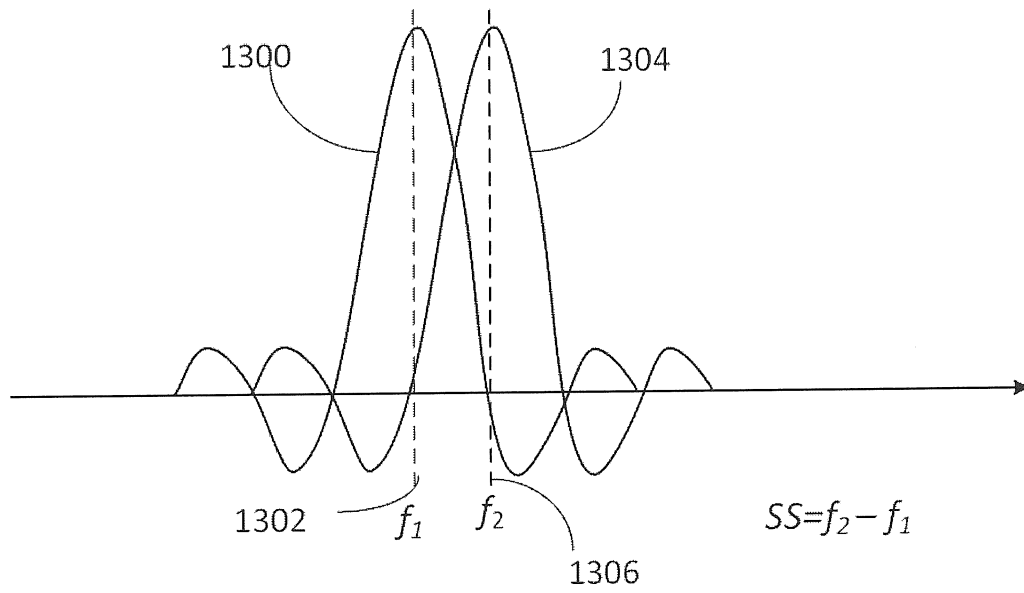


FIG. 11

**FIG. 12**

**FIG. 13**