



(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)



1-0027616

(51)⁷ H04L 27/34

(13) B

(21) 1-2017-00826

(22) 13/08/2014

(86) PCT/CN2014/084289 13/08/2014

(87) WO2016/023194 18/02/2016

(45) 25/03/2021 396

(43) 25/05/2017 350A

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

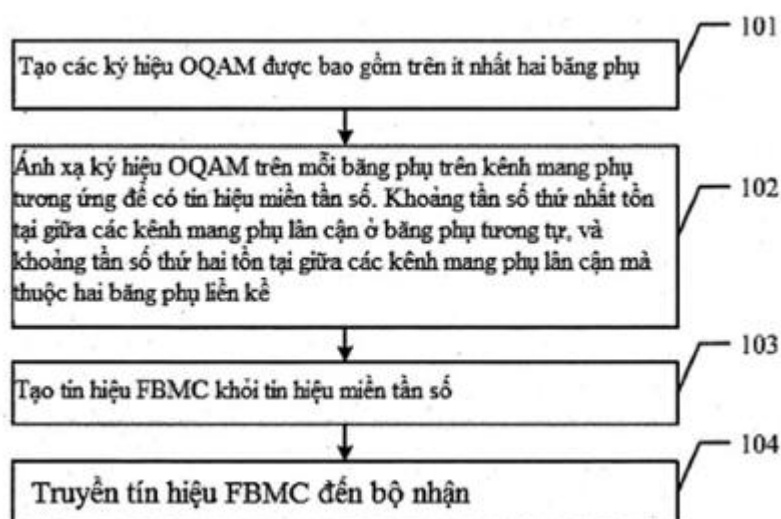
Huawei Administration Building, Bantian, Longgang District, Shenzhen, Guangdong 518129, China

(72) QU, Daiming (CN); JIANG, Tao (CN); LI, Jun (CN); CHEN, Lei (CN).

(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN VÀ NHẬN TÍN HIỆU ĐA KÊNH MANG DÀN LỌC (FBMC), BỘ TRUYỀN VÀ BỘ NHẬN

(57) Sáng chế phương pháp truyền và nhận tín hiệu FBMC (filter bank multi-carrier, đa kênh mang dàn lọc), bộ truyền, và bộ nhận. Phương pháp truyền gồm: tạo các ký hiệu OQAM (offset quadrature amplitude modulation, điều biến biên độ cầu phương độ lệch) được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ; ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số. Khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất; tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số; và truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các phương án thực hiện sáng chế liên quan đến lĩnh vực các công nghệ truyền thông, và cụ thể là, đến phương pháp truyền và nhận tín hiệu FBMC (Filter Bank Multi-Carrier, đa kênh mang dàn lọc), bộ truyền, và bộ nhận.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

FBMC là công nghệ điều biến đa kênh. So với OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing, ghép kênh phân chia tần số trực giao), FBMC có bức xạ ngoài băng thấp hơn và phổ tần số cao hơn, và có các khía cạnh ứng dụng triển vọng hơn. Đặc tính quan trọng của FBMC chính là giao thoa lẫn nhau, ở các mức độ khác nhau, tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận và giữa các ký hiệu FBMC lân cận. Chẳng hạn, ký hiệu được truyền trên tài nguyên thời gian – tần số bất kỳ tạo tín hiệu nhận được bổ sung ở vị trí của tài nguyên thời gian – tần số lân cận, nhờ đó gây giao thoa với tín hiệu nhận được mong muốn.

Giải pháp triển khai FBMC đã biết là sử dụng công nghệ OFDM/OQAM (Offset Quadrature Amplitude Modulation, điều biến biên độ cầu phương xê dịch). Sự khác biệt của OFDM/OQAM với OFDM ở chỗ các ký hiệu OQAM số thực thuần túy hoặc số ảo thuần túy được truyền trong hệ thống OFDM/OQAM, và được ánh xạ vào các phần tử tài nguyên thời gian – tần số bằng cách sử dụng luật luân phiên thực - ảo. Tuy nhiên, giao thoa bởi ký hiệu được truyền đến tín hiệu nhận được luôn xuất hiện ở phần ảo hoặc ở phần thực tương ứng với ký hiệu được truyền. Do vậy, nếu kênh có thể không đổi trong khoảng miền thời gian và miền tần số, giao thoa có thể được triệt tiêu bằng cách thực hiện hoạt động tách

rời phần thực khỏi phần ảo sau khi thực hiện cân bằng kênh.

Tuy nhiên, ở ứng dụng thực, nói chung, kênh không thể bị thay đổi trong khoảng miền thời gian và miền tần số. Nếu kênh thay đổi đáng kể theo chiều miền thời gian hoặc miền tần số, thì giao thoa vẫn được tạo giữa các ký hiệu được truyền ở biên miền thời gian hoặc biên miền tần số trong đó kênh thay đổi. Ở hệ thống đa kênh băng rộng, thay đổi kênh trong miền tần số tương đối rõ nét, và hệ thống đa kênh mang băng rộng sử dụng rộng rãi công nghệ đa truy nhập phân chia tần số, còn dẫn đến thay đổi đáng kể của kênh trong miền tần số. Do vậy, cách thức triệt tiêu giao thoa ở biên miền tần số vẫn còn đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất FBMC phương pháp truyền và nhận tín hiệu, bộ truyền, và bộ nhận, có thể triệt tiêu giao thoa hiệu quả ở biên miền tần số.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp truyền tín hiệu FBMC, gồm:

tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ;

ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất;

tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số; và

truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ,

việc ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng gồm:

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ nhất, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$, việc khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng gồm:

ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ nhất, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$, việc khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất hoặc thứ hai hoặc thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ nhất, trước khi ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng, phương pháp còn gồm:

thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu

của khía cạnh thứ nhất, trước khi tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số, phương pháp còn gồm:

thực hiện tiền mã hóa trên ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trng tín hiệu miền tần số.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ nhất, tạo các ký hiệu OQAM trên ít nhất hai băng phụ gồm:

tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự.

Dựa vào khía cạnh thứ nhất, hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất hoặc thứ hai hoặc thứ ba của khía cạnh thứ nhất, theo cách thức triển khai khả thi thứ tám của khía cạnh thứ nhất, tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số gồm:

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số;

thực hiện IDFT (inverse discrete Fourier transform, biến đổi ngược Fourier rời rạc) trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian; và

thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

Theo khía cạnh thứ hai, phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC, gồm:

tiếp nhận tín hiệu FBMC;

sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số; và

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần

số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số gồm:

thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

thực hiện DFT (discrete Fourier transform, biến đổi Fourier rời rạc) trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ hai, trước khi thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT, phương pháp còn gồm:

thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ hai, nếu tín hiệu FBMC nhận được là tín hiệu liên kết xuống, sau khi sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, phương pháp còn gồm:

lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước; và

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai gồm:

thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư

của khía cạnh thứ hai, sau khi thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, phương pháp còn gồm:

thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM.

Dựa vào khía cạnh thứ hai, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ hai,

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ gồm:

trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x ;

sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tiếp, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x ; và

trích rút, theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số; trong đó

x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong tín hiệu miền tần số.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án thực hiện sáng chế đề xuất bộ truyền, gồm:

môđun tạo ký hiệu, được tạo cấu hình để tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ;

môđun ánh xạ ký hiệu, được tạo cấu hình để ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng

bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất;

môđun tạo tín hiệu, được tạo cấu hình để tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số; và

môđun truyền, được tạo cấu hình để truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, môđun ánh xạ ký hiệu được tạo cấu hình cụ thể để: ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ ba, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$, việc khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ ba, đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, môđun ánh xạ ký hiệu được tạo cấu hình cụ thể để: ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z ; và ánh

xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ hai $(m-1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ ba, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$, việc khoảng tần số thứ hai $(m-1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất hoặc thứ hai hoặc thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ ba, bộ truyền còn gồm:

môđun thu thập khoảng băng bảo vệ, được tạo cấu hình để: trước khi môđun ánh xạ ký hiệu ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ vào kênh mang phụ tương ứng, thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số

thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ sáu của khía cạnh thứ ba, bộ truyền còn gồm: môđun tiền mã hóa, được tạo cấu hình để: trước khi môđun tạo tín hiệu tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số, thực hiện tiền mã hóa trên ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ ở tín hiệu miền tần số.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ bảy của khía cạnh thứ ba, môđun tạo ký hiệu được tạo cấu hình cụ thể để tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự.

Dựa vào khía cạnh thứ ba, hoặc cách thức triển khai khả thi thứ nhất hoặc thứ hai hoặc thứ ba của khía cạnh thứ ba, theo cách thức triển khai khả thi thứ tám của khía cạnh thứ ba, môđun tạo tín hiệu gồm:

bộ lọc, được tạo cấu hình để thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số;

môđun IDFT, được tạo cấu hình để thực hiện IDFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian; và

môđun xê dịch và chồng chập, được tạo cấu hình để thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

Theo khía cạnh thứ tư, phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất bộ nhận, gồm:

môđun tiếp nhận tín hiệu, được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu FBMC;

môđun thu thập tín hiệu miền tần số, được tạo cấu hình để sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số; và

môđun ánh xạ ngược tín hiệu, được tạo cấu hình để thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ,

trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, môđun thu thập tín hiệu miền tần số gồm:

môđun phụ trích rút tín hiệu miền thời gian, được tạo cấu hình để thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

môđun phụ DFT, được tạo cấu hình để thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

bộ lọc, được tạo cấu hình để thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

Dựa vào cách thức triển khai khả thi thứ nhất của khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ hai của khía cạnh thứ tư, môđun thu thập tín hiệu miền tần số còn gồm:

bộ cân bằng thứ nhất, được tạo cấu hình để thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT trước khi bộ lọc thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ ba của khía cạnh thứ tư, nếu tín hiệu FBMC nhận được là tín hiệu liên kết xuống, bộ nhận còn gồm:

môđun lọc tín hiệu miền tần số, được tạo cấu hình để: sau khi môđun thu thập tín hiệu miền tần số sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước; trong đó

môđun ánh xạ ngược tín hiệu được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược on tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ tư của khía cạnh thứ tư, bộ nhận còn gồm:

bộ cân bằng thứ hai, được tạo cấu hình để thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM sau khi môđun ánh xạ ngược tín hiệu thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ.

Dựa vào khía cạnh thứ tư, theo cách thức triển khai khả thi thứ năm của khía cạnh thứ tư, môđun ánh xạ ngược tín hiệu gồm:

môđun phụ ánh xạ ngược thứ nhất, được tạo cấu hình để trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x ;

môđun phụ ánh xạ ngược thứ hai, được tạo cấu hình để: sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tục, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x ; và

môđun phụ ánh xạ ngược thứ ba, được tạo cấu hình để trích rút, theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số; trong đó

x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong tín hiệu miền tần số.

Có thể được biết rằng, từ các giải pháp kỹ thuật nêu trên, các phương án thực hiện sáng chế có các ưu điểm dưới đây:

Theo các phương án thực hiện sáng chế, sau khi tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ, bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu

miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất; sau đó tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số; và cuối cùng, truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận. Bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận; do vậy, so với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để đạt được tính vuông góc xấp xỉ. Do vậy, có thể triệt tiêu giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá toàn bộ khoảng giữa các kênh mang phụ lân cận, nên việc chiếm các tài nguyên phổ được giảm bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ khối dạng lược đồ của phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2A là sơ đồ của cách thức triển khai chèn khoảng băng bảo vệ giữa hai băng phụ lân cận bởi bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2B là sơ đồ của cách thức triển khai so sánh, theo phương án thực hiện sáng chế, giữa triệt tiêu giao thoa lẫn nhau sau khi khoảng băng bảo

vệ được chèn giữa hai băng phụ lân cận bởi bộ truyền, và triệt tiêu giao thoa lẫn nhau trước khi khoảng băng bảo vệ được chèn;

Fig.3 là lưu đồ khối dạng lược đồ của phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4A là sơ đồ của đặc tính miền thời gian của bộ lọc theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.4B là sơ đồ của đặc tính phổ của bộ lọc theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 là sơ đồ của phương pháp truyền tín hiệu FBMC được triển khai bởi bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ của ngữ cảnh ứng dụng chèn khoảng băng bảo vệ giữa các băng phụ lân cận theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ của phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC được triển khai bởi bộ nhận theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.8 là sơ đồ của phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC khác được triển khai bởi bộ nhận theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9A là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9B là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền khác theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9C là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền khác theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.9D là sơ đồ cấu trúc của môđun tạo tín hiệu theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10A là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10B là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận khác theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10C là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận khác theo phương án thực hiện

sáng chế;

Fig.10D là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận khác theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10E là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận khác theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10F là sơ đồ cấu trúc của môđun ánh xạ ngược tín hiệu theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.11 là sơ đồ cấu trúc của bộ truyền khác theo phương án thực hiện sáng chế; và

Fig.12 là sơ đồ cấu trúc của bộ nhận khác theo phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Các phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp truyền và nhận tín hiệu FBMC, bộ truyền, và bộ nhận, có thể triệt tiêu hiệu quả giao thoa lẫn nhau ở biên miền tần số.

Để làm cho các mục đích sáng chế, các dấu hiệu, và các ưu điểm của sáng chế rõ ràng hơn và dễ hiểu hơn, phần sau mô tả rõ ràng các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế có dựa vào các hình vẽ đi kèm theo các phương án thực hiện sáng chế. Rõ ràng là, các phương án thực hiện được mô tả dưới đây chỉ là một phần thay vì tất cả các phương án thực hiện sáng chế. Tất cả các phương án thực hiện khác thu được bởi chuyên gia trong lĩnh vực dựa trên các phương án thực hiện sáng chế sẽ nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế.

Trong bản mô tả, các điểm yêu cầu bảo hộ, và các hình vẽ nêu trên, các thuật ngữ “gồm”, “chứa” và các biến thể khác bất kỳ để bao gồm phép bao gồm không loại trừ, do vậy quá trình, phương pháp, hệ thống, sản phẩm, hoặc thiết bị gồm chuỗi các khối không nhất thiết bị giới hạn ở các khối đó, mà có thể bao gồm các khối khác không được liệt kê rõ ràng

hoặc gắn với quá trình này, phương pháp, hệ thống, sản phẩm, hoặc thiết bị.

Mô tả chi tiết dưới đây.

Khi tín hiệu FBMC đang được truyền, giao thoa lẫn nhau, ở các mức độ khác nhau, tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận và giữa các tín hiệu FBMC lân cận. Tín hiệu được truyền trên tài nguyên thời gian - tần số bất kỳ tạo tín hiệu nhận được bổ sung ở vị trí của tài nguyên thời gian - tần số lân cận, nhờ đó gây giao thoa cho tín hiệu mong muốn nhận được. Giao thoa này có thể được chỉ báo bởi đáp ứng TMUX (Transmultiplexer, bộ ghép kênh truyền dẫn) của dàn bộ lọc. Đáp ứng TMUX phản ánh mức độ mà tín hiệu được truyền ở vị trí thời gian – tần số cụ thể được trải rộng sang các vị trí thời gian - tần số xung quanh dưới điều kiện kênh lý tưởng. Dựa vào Bảng 1 dưới đây, Bảng 1 là bảng lược đồ của giao thoa lẫn nhau được tạo giữa các kênh mang phụ lân cận của tín hiệu FBMC và giữa các tín hiệu FBMC lân cận. Bảng 1 cung cấp ví dụ về bảng đáp ứng TMUX đặc trưng, trong đó cột thứ nhất ở Bảng 1 đại diện số thứ tự của kênh mang phụ, và hàng thứ nhất đại diện số thứ tự của tín hiệu FBMC. Ở Bảng 1, các hệ số ngoại trừ các hệ số ở hàng thứ nhất và cột thứ nhất là các hệ số của các tín hiệu nhận được được tạo, bởi tín hiệu được truyền ở vị trí trung tâm (tức là, kênh mang phụ 0 và tín hiệu 0), ở các vị trí xung quanh của các kênh mang phụ và các tín hiệu tương ứng. Chẳng hạn, giả sử rằng tín hiệu được truyền ở vị trí trung tâm là s_0 , và hệ số ở vị trí của kênh mang phụ i và tín hiệu j là a_{ij} ; sau đó, ở quá trình truyền s_0 , tín hiệu nhận được $a_{ij} \times s_0$ được tạo ở vị trí của kênh mang phụ i và tín hiệu j . Nếu không đo lường, tín hiệu nhận được $a_{ij} \times s_0$ gây giao thoa cho việc nhận tín hiệu mong muốn được truyền ở vị trí của kênh mang phụ i và tín hiệu j . Giao thoa lẫn nhau nói chung là đặc tính thừa kế của tín hiệu FBMC.

Bảng 1

Kênh mang phụ tín hiệu	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
-1	0,0054	j0,0429	-0,1250	-j0,2058	0,2393	j0,2058	-0,1250	-j0,0429	0,0054
0	0	-0,0668	0,0002	0,5644	1	0,5644	0,0002	-0,0668	0
1	0,0054	-j0,0429	-0,1250	j0,2058	0,2393	-j0,2058	-0,1250	j0,0429	0,0054

Ở hệ thống xử lý tín hiệu FBMC, tín hiệu được truyền là số thực thuần túy hoặc số ảo thuần túy, và được ánh xạ vào phần tử tài nguyên thời gian - tần số bằng cách sử dụng định luật luân phiên số thực và số ảo. Ở điều kiện tiên quyết, có thể được biết rằng theo bảng hệ số giao thoa trong Bảng 1 giao thoa lẫn nhau luôn xuất hiện ở phần ảo hoặc phần thực tương ứng với tín hiệu được truyền. Do vậy, nếu kênh không bị thay đổi trong khoảng thời gian - tần số được thể hiện trong Bảng 1, sau khi thực hiện cân bằng kênh, có thể triệt tiêu giao thoa bằng cách thực hiện một hoạt động tách riêng phần thực khỏi phần ảo. Chẳng hạn, giả sử rằng ký hiệu OQAM được truyền ở vị trí (kênh mang phụ 0, tín hiệu 0) trong Bảng 1 là ký hiệu số thực thuần túy $a_{(0,0)}$. Theo định luật luân phiên số thực và số ảo, ký hiệu OQAM được truyền ở vị trí (kênh mang phụ 0, tín hiệu 1) là số ảo thuần túy, được ký hiệu bởi $a_{(0,1)} \cdot j$. Cụ thể là, giao thoa bởi $a_{(0,0)}$ đến $a_{(0,1)} \cdot j$ được sử dụng làm ví dụ, giao thoa ở vị trí khác tạm thời được bỏ qua, và giao thoa ở vị trí khác có thể được phân tích bằng cách sử dụng phương pháp tương tự. Giả sử rằng kênh không bị thay đổi trong khoảng của Bảng 1 và giá trị của kênh là H; sau đó, ở bộ nhận, tín hiệu nhận được ở vị trí (kênh mang phụ 0, tín hiệu 1) có thể được biểu diễn bằng $y_{(0,1)} = H(a_{0,1} \cdot j + a_{0,0} \cdot 0.5644) + n$, trong đó n đại diện nhiễu. Giả sử rằng thuật toán cân bằng cưỡng bức 0 được áp dụng; sau đó, tín hiệu được cân bằng là $\hat{y}_{(0,1)} = y_{(0,1)} / H = a_{0,1} \cdot j + a_{0,0} \cdot 0.5644 + n/H$. Rõ ràng là, tín hiệu giao thoa $a_{0,0} \cdot 0.5644$ là số thực thuần túy, và tín hiệu nhận được

đích $a_{(0,1)} \cdot j$ là số ảo thuần túy. Tín hiệu giao thoa có thể bị triệt tiêu hoàn toàn bằng cách giải đáp phần ảo của $\hat{y}_{(0,1)}$.

Ở ứng dụng thực, tuy nhiên, không thể đảm bảo rằng kênh không bị thay đổi trong khoảng Bảng 1. Nếu kênh thay đổi đáng kể về chiều thời gian hoặc chiều tần số, giao thoa lẫn nhau được tạo giữa các tín hiệu được truyền lân cận ở biên miền thời gian hoặc biên miền tần số trong đó kênh thay đổi. Chẳng hạn, ở ví dụ nêu trên, nếu kênh được tính bởi $a_{(0,0)}$ là H_1 và kênh được tính bởi $a_{(0,1)} \cdot j$ là H_2 , tín hiệu nhận được đổi sang $y_{(0,1)} = H_2 \cdot a_{0,1} \cdot j + H_1 \cdot a_{0,0} \cdot 0.5644 + n$. Trong trường hợp này, tác động của H_1 và tác động của H_2 nói chung không thể bị triệt tiêu cùng lúc nhờ cân bằng. H_1 và H_2 nói chung là các số phức, và do vậy tín hiệu giao thoa không thể bị triệt tiêu bằng cách sử dụng phương pháp, ở ví dụ nêu trên, giải quyết phần ảo. Ở hệ thống đa kênh mang băng rộng, thay đổi kênh trong miền tần số tương đối rõ rệt, và hệ thống đa kênh mang băng rộng sử dụng rộng rãi công nghệ đa truy nhập phân chia tần số, còn dẫn đến thay đổi đáng kể của kênh trong miền tần số. Do vậy, giao thoa lẫn nhau ở biên miền tần số nổi bật hơn vấn đề giao thoa ở biên miền thời gian. Theo các phương án thực hiện sáng chế, để triệt tiêu giao thoa lẫn nhau kế thừa của tín hiệu FBMC, phương pháp truyền và nhận tín hiệu FBMC, bộ truyền, và bộ nhận được đề xuất. Dưới đây, phương pháp truyền tín hiệu FBMC trước hết được mô tả chi tiết.

Dựa vào Fig.1, phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể cụ thể bao gồm các bước sau:

101. Tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ.

Theo phương án thực hiện sáng chế, băng phụ đề cập đến đoạn tài nguyên tần số được tạo bởi nhiều kênh mang phụ liên tiếp. Nhiều ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền được mang trên các băng phụ. Đối với

quá trình tạo ký hiệu OQAM, có thể tham khảo giải pháp kỹ thuật đã biết, và các chi tiết không được mô tả lại theo phương án thực hiện sáng chế.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, khi ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền được sử dụng để truyền liên kết lên, các tín hiệu của các người dùng khác nhau đi qua các kênh khác nhau và sau đó tới bộ nhận. Từ khía cạnh của bộ nhận, kênh không đổi ở vị trí biên của các tài nguyên thời gian - tần số của những người dùng khác nhau, và do vậy giao thoa cũng được tạo. Ở bộ nhận, giao thoa lẫn nhau còn được tạo trên một số kênh mang phụ lân cận của hai khối dữ liệu. Do vậy, để tránh giao thoa lẫn nhau giữa những người dùng khác nhau, một cách tùy chọn, theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ truyền tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự. Tức là, các ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền cho người dùng được mang trên băng phụ, và các ký hiệu OQAM được tạo cho những người dùng khác nhau được mang trên các băng phụ khác nhau.

102. Ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số. Khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề.

Khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ truyền tạo ký hiệu OQAM, bộ truyền thực hiện ánh xạ kênh mang phụ trên ký hiệu OQAM. Bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ vào kênh mang phụ tương ứng. Sau khi ánh xạ xong, khoảng cố định được duy trì giữa các kênh mang phụ. Tức là, khoảng (còn được biết như là khoảng kênh mang phụ) rõ ràng tồn tại giữa hai kênh mang phụ lân cận, khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và

khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề. Do khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, Theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự nhỏ hơn khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề. Liên quan đến các giá trị số, khoảng tần số thứ hai trừ đi khoảng tần số thứ nhất bằng khoảng băng bảo vệ.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng ở bước 102 có thể cụ thể bao gồm hai trường hợp. Trong một trường hợp, các ký hiệu OQAM trên băng phụ tương tự được ánh xạ đến các kênh mang phụ; ở trường hợp còn lại, các ký hiệu OQAM được mang riêng rẽ trên các băng phụ lân cận được ánh xạ vào các kênh mang phụ. Cụ thể là, đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng ở bước 102 có thể gồm các bước sau:

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

Tức là, bộ truyền có thể thực hiện ánh xạ trên tất cả các ký hiệu OQAM được tạo ở bước 101. Chẳng hạn, x được sử dụng để đại diện băng phụ mà trên đó bộ truyền thực hiện ánh xạ kênh mang phụ, và nếu các ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền được mang trên bốn băng phụ, giá trị của x có thể bằng 1, 2, 3, hoặc 4; và n được sử dụng để đại

diện ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , và nếu tổng của năm ký hiệu OQAM được mang bởi bộ truyền trên băng phụ thứ x , giá trị n có thể bằng 1, 2, 3, hoặc tương tự, $(n+1)$ có thể đại diện ký hiệu OQAM lân cận với n , và y được sử dụng để đại diện kênh mang mà ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x được ánh xạ tới. Việc giá trị x bằng 1 và tổng của năm ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ thứ nhất được sử dụng làm ví dụ. Trước hết, ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ nhất được ánh xạ trên kênh mang phụ thứ y ; sau đó, ký hiệu OQAM thứ hai trên băng phụ thứ nhất được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$,..., cho đến khi ký hiệu OQAM thứ năm trên băng phụ thứ nhất được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(y+4)$. Ánh xạ kênh mang phụ được thực hiện, theo cách thức nêu trên, trên các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ. Giá trị khoảng tương tự tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và giá trị khoảng là khoảng tần số thứ nhất, và có thể được đại diện bởi Δf .

Ngoài ra, theo một số phương án thực hiện sáng chế, sau khi ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x được ánh xạ trên kênh mang phụ thứ y , và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$, liên quan miền tần số, việc khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Tức là, khi bộ truyền thực hiện ánh xạ kênh mang phụ, trong trường hợp ánh xạ lần lượt các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ vào các kênh mang phụ, khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận (tức là, kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$) được triển khai bởi chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu

OQAM thứ $(n+1)$, trong đó k là hệ số trùng lặp, được thiết lập bởi bộ truyền, của bộ lọc nguyên mẫu.

Theo một số phương án thực hiện khác của sáng chế, đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng ở bước 102 có thể cụ thể bao gồm các bước sau:

ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

Tức là, bộ truyền có thể thực hiện riêng rẽ ánh xạ trên tất cả các ký hiệu OQAM được tạo ở bước 101. Chẳng hạn, x được sử dụng để đại diện băng phụ trên đó bộ truyền thực hiện ánh xạ kênh mang phụ, và nếu các ký hiệu OQAM được tạo by bộ truyền được mang trên bốn băng phụ, giá trị x có thể bằng 1, 2, hoặc 3; và $(x+1)$ được sử dụng để đại diện băng phụ lân cận với x , và nếu ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ z , ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ lân cận với băng phụ thứ x có thể được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$. Việc giá trị x bằng 1 và tổng năm ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ thứ nhất được sử dụng làm ví dụ. Đối với ngữ cảnh triển khai các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, phần mô tả lấy làm ví dụ như sau: ký hiệu OQAM thứ năm trên băng phụ thứ nhất được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ z , và sau đó ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ hai được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$. Ánh xạ kênh mang phụ được thực hiện, theo cách thức nêu trên, trên các ký hiệu

OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ. Giá trị khoảng tương tự tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, và giá trị khoảng là khoảng tần số thứ hai, và có thể được đại diện bởi $(m-1)\Delta f$, trong đó m đại diện phân số lớn hơn 0 và $m\Delta f$ có thể đại diện khoảng băng bảo vệ.

Ngoài ra, theo một số phương án thực hiện sáng chế, sau khi ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ z , và ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$, liên quan miền tần số, việc khoảng tần số thứ hai $(m-1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu.

Tức là, khi bộ truyền thực hiện ánh xạ kênh mang phụ, trong trường hợp ánh xạ riêng rẽ các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ trên các kênh mang phụ, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận (tức là, kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$) được triển khai bởi chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x và ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$, trong đó k là hệ số trùng lặp, được thiết lập bởi bộ truyền, của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu. Theo sáng chế, hệ số nén ngoài băng là tham số phản ánh hiệu ứng nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu. Hiệu ứng nén ngoài băng tốt hơn của bộ lọc nguyên mẫu biểu thị hệ số nén ngoài băng nhỏ hơn; và hiệu ứng nén ngoài băng tồi hơn của bộ lọc nguyên mẫu chỉ báo hệ số nén ngoài băng lớn hơn. Phương pháp xác định hệ số nén ngoài băng như sau: Sau khi $(k+p-1)$ số

0 được cén giữa hai ký hiệu OQAM lân cận và lọc miền tần số được thực hiện, nếu các phần chính của năng lượng phổ của hai ký hiệu OQAM lân cận không trùng lặp, xem xét việc p là giá trị hệ số nén ngoài băng thích hợp.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, việc khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự và khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề có thể còn được triển khai theo cách thức sau: Trước hết, khoảng tần số thứ nhất được chèn giữa tất cả các kênh mang phụ lân cận, tức là, khoảng tần số thứ nhất được chèn giữa hai kênh mang phụ lân cận bất kỳ bất kể liệu hai kênh mang phụ lân cận bất kỳ ở băng phụ tương tự hoặc thuộc hai băng phụ riêng rẽ; sau đó khoảng băng bảo vệ được chèn giữa các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, và do vậy khoảng tần số thứ hai có thể thu được bởi khoảng băng bảo vệ cộng khoảng tần số thứ nhất.

Tức là, sau khi bộ truyền lần lượt ánh xạ tất cả các ký hiệu OQAM trên các kênh mang phụ, khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa tất cả các kênh mang phụ lân cận, và sau đó bộ truyền chèn khoảng băng bảo vệ giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề ở tín hiệu FBMC, trong đó khoảng băng bảo vệ là giá trị khoảng băng bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Chức năng của giá trị khoảng được sử dụng để bảo vệ các ký hiệu OQAM trên hai băng phụ lân cận khỏi tạo giao thoa lẫn nhau. Bộ truyền chèn khoảng băng bảo vệ giữa các băng phụ khác nhau, khoảng băng bảo vệ có thể cô lập hiệu quả các băng phụ lân cận, và có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của

khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng đầy đủ giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Chẳng hạn, ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ z , và ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ được ánh xạ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$. Δf được chèn giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ lần lượt thuộc hai băng phụ, và sau đó $m\Delta f$ còn được chèn giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, và m là phân số lớn hơn 0.

Tức là, khi khoảng Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, khoảng băng bảo vệ được chèn bởi bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế là $m\Delta f$, và m là giá trị phân số lớn hơn 0. Trong trường hợp này, có thể được biết rằng, từ bước 102, đối với các kênh mang phụ lần lượt thuộc hai băng phụ khác nhau, kênh mang phụ thứ z được tách khỏi kênh mang phụ thứ $(z+1)$ một khoảng $(m+1)\Delta f$. Dựa vào Fig.2A, Fig.2A là sơ đồ của cách thức triển khai chèn, bởi bộ truyền, khoảng băng bảo vệ giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề theo phương án thực hiện sáng chế. Ở miền thời gian (t), băng phụ thứ x và băng phụ thứ $(x+1)$ được phân bố liên tục; và ở miền tần số (f), khoảng băng bảo vệ được chèn giữa băng phụ thứ x và băng phụ thứ $(x+1)$. Có thể được biết rằng khoảng băng bảo vệ được chèn giữa các băng phụ khác nhau có thể cô lập hiệu quả các băng phụ lân cận, và do vậy giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ.

Rõ ràng rằng theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất, trong đó bội số phân số đề cập đến phân số lớn hơn 0, hoặc có thể xem xét việc bội số phân số là

phân số thập phân thuần túy.

Theo phương án thực hiện sáng chế, giá trị của khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Ở ứng dụng thực, khoảng băng bảo vệ có thể được thu thập theo nhiều cách. Cụ thể là, theo một số phương án thực hiện sáng chế, trước khi ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng ở bước 102, phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể còn bước sau:

thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số thứ nhất.

Tức là, bộ truyền có bộ lọc, và bộ truyền có thể xác định giá trị của khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất. Giá trị của hệ số trùng lặp được xác định bởi bộ lọc nằm trong bộ truyền, và hệ số nén ngoài băng đề cập đến mức độ mà bộ lọc nén tín hiệu ngoài thông dải. Bộ truyền có thể sử dụng tham số liên quan của bộ lọc để xác định giá trị của khoảng băng bảo vệ, giả sử bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế gán giá trị của khoảng băng bảo vệ bằng bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Dựa trên ý tưởng này, cách thức khác thu thập khoảng băng bảo vệ có thể tồn tại theo phương án thực hiện sáng chế. Chẳng hạn, bộ truyền có thể thiết lập giá trị bội số phân số làm khoảng băng bảo vệ, và sau khi bộ truyền ánh xạ tất cả các ký hiệu OQAM trên các kênh mang phụ, khoảng băng bảo vệ định trước có thể được chèn giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận.

Chẳng hạn, theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự (có thể còn được gọi là khoảng kênh mang phụ, chẳng hạn, Δf) được cố định. Khoảng băng bảo vệ (có thể còn được gọi tắt là khoảng bảo vệ) được chèn giữa các băng phụ lân cận theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng băng bảo vệ (G) là khoảng kênh mang phân số, và $G = \frac{P}{K} \Delta f$, trong đó K là số nguyên dương, và P là số không âm. Tức là, sau khi khoảng bảo vệ được chèn, khoảng của các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ

lân cận đổi sang $\frac{K + P}{K} \Delta f$.

Dựa vào Fig.2B, Fig.2B là sơ đồ của cách thức triển khai so sánh, theo phương án thực hiện sáng chế, giữa triết tiêu giao thoa lẫn nhau sau khi khoảng băng bảo vệ được chèn giữa hai băng phụ lân cận bởi bộ truyền, và triết tiêu giao thoa lẫn nhau trước khi khoảng băng bảo vệ được chèn. Trên Fig.2B, đường nét liền được sử dụng để đại diện phổ của băng phụ 1, và đường nét đứt được sử dụng để đại diện phổ của băng phụ 2. Nửa phần bên trái trên Fig.2B là sơ đồ của các phổ trùng lặp với sự tồn tại giao thoa giữa băng phụ 1 và băng phụ 2 trước khi khoảng băng bảo vệ được chèn. Nửa phần bên phải trên Fig.2B là sơ đồ của các phổ không trùng lặp với giao thoa lẫn nhau được triết tiêu sau khi khoảng băng bảo vệ được chèn. Có thể được triển khai, bằng cách chèn khoảng băng bảo vệ giữa các băng phụ lân cận, việc các phần chính của các năng lượng phổ của các băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Ngoài ra, nếu các băng phụ khác nhau được phân phối cho những người dùng khác nhau, có thể còn đảm bảo tính trực giao giữa các người dùng.

Ở trường kỹ thuật của các tín hiệu FBMC, tín hiệu được xử lý bằng cách sử dụng kênh mang phụ làm khối. Nói chung, khoảng băng bảo vệ có thể là bội số nguyên của khoảng kênh mang phụ (chẳng hạn, 1 hoặc 2 khoảng

kênh mang phụ). Tuy nhiên, theo phương pháp theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng bảo vệ có thể chỉ là bội số phân số của khoảng kênh mang phụ (chẳng hạn, $3/4$ khoảng kênh mang phụ). Do vậy, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

103. Tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ vào kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số có khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và có khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề. Sau khi bộ truyền thu thập tín hiệu miền tần số, bộ truyền tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số.

Lưu ý rằng theo một số phương án thực hiện sáng chế, việc tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số ở bước 103 có thể gồm các bước sau:

A1. Thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số.

A2. Thực hiện IDFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian.

A3. Thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

Cụ thể là, đối với bước A1, bộ truyền thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số để có tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số. Các ký hiệu OQAM được mang trên nhiều băng phụ tạo tín hiệu FBMC, và mỗi tín hiệu FBMC gồm các ký hiệu OQAM được mang trên nhiều băng phụ. Theo phương án thực hiện sáng chế, bộ truyền thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số, có thể được triển khai cụ thể bởi bộ lọc được tạo cấu hình ở bộ truyền.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, thực hiện lọc miền tần số

trên tín hiệu miền tần số ở bước A1 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện tích chập trên tín hiệu miền tần số và đáp ứng miền tần số của bộ lọc được tạo cấu hình ở bộ truyền, để có tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, trước khi thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số ở bước A1, phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể còn bước sau:

thực hiện tiền mã hóa trên tín hiệu miền tần số.

Trong trường hợp trong đó biết thông tin trạng thái kênh, bộ truyền thực hiện tiền xử lý, tức là, tiền mã hóa, trên tín hiệu được truyền ở đầu truyền, có thể giúp bộ nhận thực hiện dò tín hiệu.

Lưu ý rằng theo phương án thực hiện sáng chế, ngữ cảnh đã biết mà tín hiệu FBMC áp dụng như sau: Ở hệ thống MIMO-FBMC (Multiple Input Multiple Output-Filter Bank Multi Carrier, đa kênh mang dàn lọc – nhiều đầu vào nhiều đầu ra), nếu sử dụng công nghệ tiền mã hóa, kênh đổi sang kênh tương đương, có thể được đại diện bởi sản phẩm của kênh và ma trận tiền mã hóa. Do nói chung thực hiện tiền mã hóa theo độ chi tiết thời gian - tần số cụ thể, kênh tương đương có thể không còn là hằng số gần biên miền tần số của các khối tiền mã hóa khác nhau. Chẳng hạn, nếu các ma trận tiền mã hóa P1 và P2 khác nhau được sử dụng cho khối dữ liệu 1 và khối dữ liệu 2, mặc dù có thể xem xét rằng các kênh được đi qua bởi các kênh mang phụ lân cận của cả khối dữ liệu 1 lẫn khối dữ liệu 2 là H, các kênh tương đương trên các kênh mang phụ lân cận ở biên giữa hai khối dữ liệu lần lượt vẫn là $H \cdot P1$ và $H \cdot P2$, dẫn đến giao thoa lẫn nhau giữa các kênh mang phụ lân cận. Theo phương án thực hiện sáng chế, có thể được biết rằng, từ phần mô tả ở bước 102, rằng bộ truyền có khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, và khoảng tần số thứ hai được tạo bởi khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ. Khoảng băng bảo vệ có thể cô lập hiệu quả hai

băng phụ lân cận, và có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, rằng các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do hai băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ.

Đối với bước A2, sau khi bộ truyền thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số, bộ truyền thực hiện IDFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian. Ngoài ra, khi giá trị hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu là lũy thừa nguyên 2, thực hiện, bởi bộ truyền, IDFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số ở bước A2 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện IFFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian.

Do nhìn chung IFFT đề cập cụ thể đến biến đổi nhanh Fourier cơ số 2, nếu giá trị của hệ số trùng lặp không phải là lũy thừa nguyên 2, các số 0 có thể được thêm vào tín hiệu miền tần số sao cho giá trị của hệ số trùng lặp thỏa mãn yêu cầu của lũy thừa nguyên 2. Trong trường hợp này, IFFT có thể còn được thực hiện.

Đối với bước A3, sau khi bộ truyền thực hiện IDFT trên tín hiệu miền tần số, bộ truyền thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC. Tín hiệu FBMC cần được truyền bởi bộ truyền đến bộ nhận. Ngoài ra, bước A3 có thể cụ thể bao gồm các bước sau:

thực hiện xê dịch miền thời gian trên tín hiệu miền thời gian ở khoảng xê dịch $T/2K$, trong đó T là độ dài dữ liệu của tín hiệu miền thời gian FBMC, và K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu; và

thực hiện chồng chập trên các tín hiệu miền thời gian xê dịch để có tín hiệu FBMC.

Ở ứng dụng thực, khoảng xê dịch có thể bằng $T/2K$. Rõ ràng là, bộ

truyền có thể còn thiết lập giá trị của khoảng xê dịch một cách linh hoạt theo ngữ cảnh ứng dụng cụ thể. Sau khi xê dịch xong tất cả các tín hiệu miền thời gian, bộ truyền thực hiện chồng chập trên các tín hiệu miền thời gian xê dịch, sao cho có thể thu được tín hiệu FBMC miền thời gian bị xê dịch và được chồng chập.

104. Truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ truyền hoàn thành xê dịch và chồng chập cho tín hiệu FBMC, bộ truyền truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận, và bộ nhận nhận và phân tích tín hiệu.

Ở ứng dụng thực, đối với quá trình xử lý tín hiệu FBMC liên kết lên, bộ truyền có thể cụ thể là thiết bị đầu cuối, và bộ nhận có thể cụ thể là trạm gốc, tức là, thiết bị đầu cuối truyền tín hiệu FBMC được tạo đến trạm gốc. Ngoài ra, đối với quá trình xử lý tín hiệu FBMC liên kết xuống, bộ truyền có thể cụ thể là trạm gốc, và bộ nhận có thể cụ thể là thiết bị đầu cuối, tức là, trạm gốc truyền tín hiệu FBMC được tạo đến thiết bị đầu cuối.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả về phương án thực hiện nêu trên của sáng chế, sau khi tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ, bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất; sau đó tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số; và cuối cùng, truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận. Bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận; do vậy, so với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần

số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, rằng các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng toàn diện giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Theo các phương án thực hiện nêu trên, phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo các phương án thực hiện sáng chế được mô tả từ khía cạnh phía bộ truyền. Dưới đây mô tả phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế, và được triển khai bởi bộ nhận. Dựa vào Fig.3, phương pháp có thể chủ yếu gồm các bước sau:

301. Nhận tín hiệu FBMC.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ truyền truyền tín hiệu FBMC, bộ nhận có thể tiếp nhận thông thường tín hiệu FBMC.

302. Sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ nhận nhận tín hiệu FBMC, bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số.

Cụ thể là, việc bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số có thể cụ thể bao gồm các bước sau:

B1. Thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian.

B2. Thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

B3. Thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để

có tín hiệu miền tần số.

Đối với bước B1, bộ nhận trước hết thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian. Ngoài ra, thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian ở bước B1 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được ở khoảng xê dịch $T/2K$, trong đó T là độ dài dữ liệu của tín hiệu miền thời gian, và K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Tức là, khi thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên FBMC tín hiệu được truyền bởi bộ truyền, bộ nhận có thể thực hiện trích rút ở khoảng xê dịch được thiết lập bởi bộ truyền; sau đó, các độ trễ $T/2K$ tồn tại giữa hai tín hiệu FBMC được trích rút.

Đối với bước B2, bộ nhận thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT, để triển khai phục hồi tín hiệu FBMC từ miền thời gian sang miền tần số.

Lưu ý rằng theo một số phương án thực hiện sáng chế, khi giá trị hệ số trùng lặp là lũy thừa nguyên 2, thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian ở bước B2 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện FFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian.

Nói chung, do FFT đề cập cụ thể đến FFT cơ số 2, nếu giá trị của hệ số trùng lặp không phải là lũy thừa nguyên 2, và nếu IFFT được sử dụng do bộ truyền thêm các số 0 ở tín hiệu miền tần số FBMC sao cho giá trị của hệ số trùng lặp thỏa mãn yêu cầu của lũy thừa nguyên 2, trong trường hợp này, bộ nhận có thể còn thực hiện FFT vô số điểm tương tự số điểm của IFFT được thực hiện bởi bộ truyền.

Đối với bước B3, theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi bộ nhận thực hiện DFT trên tín hiệu FBMC, bộ nhận còn cần thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu FBMC được biến đổi DFT để có tín hiệu miền tần số, trong đó có thể được triển khai cụ thể lọc miền tần số bằng cách sử dụng bộ lọc được tạo cấu hình ở bộ nhận.

Ngoài ra, thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số ở bước B3 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện tích chập trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT và liên hợp của đáp ứng tần số của bộ lọc nằm trong bộ truyền để có tín hiệu miền tần số.

Bộ lọc nằm trong bộ nhận liên hợp qua lại với bộ lọc nằm ở bộ truyền liên quan đến các hệ số, và bộ nhận có thể tạo tín hiệu miền tần số bằng cách lọc miền tần số bởi bộ lọc.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, trước khi thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số ở bước B3, phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể còn bước sau:

thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

Cụ thể là, cân bằng kênh có thể được triển khai bằng cách sử dụng bộ cân bằng được tạo cấu hình ở bộ nhận. Đối với kênh fadın, bộ cân bằng dùng làm bộ lọc tinh chỉnh, và có thể hiệu chỉnh và đền bù fadın kênh để giảm tác động giao thoa liên ký hiệu.

Cụ thể là, thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT có thể cụ thể bao gồm bước sau:

nhân tín hiệu được biến đổi bởi DFT với hệ số của bộ cân bằng để có tín hiệu miền thời gian thu được sau khi cân bằng kênh, trong đó hệ số của bộ cân bằng là nghịch đảo của kênh đáp ứng tần số của bộ nhận.

303. Thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng

tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề.

Khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Lưu ý rằng theo một số phương án thực hiện sáng chế, nếu bộ truyền thực hiện truyền dữ liệu liên kết xuống, sau khi sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số ở bước 302, phương pháp truyền tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể còn bước sau:

lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước.

Trong ngữ cảnh ứng dụng này, thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai ở bước 303 có thể cụ thể bao gồm bước sau:

thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Nếu bộ truyền thực hiện truyền dữ liệu liên kết xuống, đối với hệ thống MIMO-FBMC, tín hiệu FBMC liên kết xuống được truyền bởi bộ truyền không thể được truyền đến chỉ một người dùng. Sau đó, sau khi bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, bộ nhận có thể thực hiện ánh xạ ngược chỉ trên kênh mang phụ cụ thể hoặc một số kênh mang phụ cụ thể mà không thực hiện ánh xạ ngược trên tất cả các kênh mang phụ. Chẳng hạn, đối với trường hợp trong đó bộ truyền thực hiện truyền tín hiệu liên kết xuống, bộ nhận chỉ cần trích rút dữ liệu trên kênh mang phụ được lập lịch cho chính bộ nhận, và không cần thực

hiện xử lý tiếp theo trên dữ liệu trên tất cả các kênh mang phụ. Tuy nhiên, nếu bộ truyền thực hiện truyền tín hiệu liên kết lên, bộ nhận cần trích rút dữ liệu trên tất cả các kênh mang phụ mong muốn để xử lý tiếp theo. Cụ thể là, bộ nhận có thể thực hiện lọc trên các tín hiệu miền tần số, và lọc ra, từ tất cả các tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bộ nhận thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo cách thức ánh xạ ngược được thực hiện bởi bộ truyền. Tức là, bộ nhận có thể trích rút dữ liệu từ tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, và sử dụng dữ liệu làm kết quả ánh xạ ngược. Do bộ truyền sử dụng hai loại khoảng khi thực hiện ánh xạ trên tín hiệu miền tần số (tức là, khoảng tần số thứ nhất được sử dụng cho các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và khoảng tần số thứ hai được sử dụng cho các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề), bộ nhận có thể trích rút, khi thực hiện khôi phục tín hiệu, dữ liệu theo khoảng tần số thứ nhất nêu trên và khoảng tần số thứ hai, để có các tín hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ.

Theo phương án thực hiện sáng chế, khi bộ nhận thực hiện ánh xạ ngược, cho các kênh mang phụ lân cận ở mỗi băng phụ, các ký hiệu OQAM có thể được trích rút theo khoảng tần số thứ nhất; đối với các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, do bộ truyền chèn khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, khi thực hiện ánh xạ ngược, bộ nhận còn cần phục hồi các ký hiệu OQAM theo khoảng tần số thứ hai được chèn bởi bộ truyền. Do bộ truyền chèn khoảng băng bảo vệ giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề, và khoảng băng bảo vệ có thể cô lập hiệu quả hai băng phụ lân cận, Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng

lắp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do hai băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng hoàn chỉnh giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, sau khi thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM QAM được mang trên ít nhất hai băng phụ ở bước 303, phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC theo phương án thực hiện sáng chế có thể còn bước sau:

thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM.

Cụ thể là, cân bằng kênh có thể được triển khai bằng cách sử dụng bộ cân bằng được tạo cấu hình ở bộ nhận. Đối với kênh fađin, bộ cân bằng dùng làm bộ lọc tinh chỉnh, và có thể hiệu chỉnh và đền bù cho fađin kênh để giảm tác động giao thoa liên ký hiệu.

Cụ thể là, việc thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM có thể gồm bước sau:

nhân các ký hiệu OQAM với hệ số của bộ cân bằng để có các ký hiệu OQAM thu được sau khi cân bằng kênh, trong đó hệ số của bộ cân bằng là nghịch đảo của kênh đáp ứng tần số của bộ nhận.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả nội dung nêu trên, việc theo phương án thực hiện sáng chế, có thể hoàn thành cân bằng kênh được thực hiện bởi bộ nhận trên tín hiệu FBMC trước khi lọc miền tần số, hoặc có thể hoàn thành sau khi ánh xạ ngược được thực hiện trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, có thể phụ thuộc cụ thể vào ngữ cảnh ứng dụng cụ thể.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, việc thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần

số thứ hai để có các ký hiệu OQAM QAM được mang trên ít nhất hai băng phụ ở bước 303 có thể cụ thể bao gồm các bước sau:

C1. Trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x .

C2. Sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tục, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x .

C3. Trích rút, theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số.

x đề cập đến băng phụ bất kỳ in tín hiệu miền tần số.

Cụ thể là, đối với bước C1, kênh mang phụ thứ nhất của băng phụ thứ x và kênh mang phụ cuối cùng của băng phụ thứ $(x-1)$ là các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, và được tách riêng bởi khoảng tần số thứ hai. Do vậy, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x có thể được trích rút từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai. Đối với bước C2, kênh mang phụ thứ hai của băng phụ thứ x được tách khỏi kênh mang phụ thứ ba của băng phụ thứ x bởi khoảng tần số thứ nhất, và kênh mang phụ thứ ba của băng phụ thứ x còn được tách riêng khỏi kênh mang phụ thứ tư của băng phụ thứ x bởi khoảng tần số thứ nhất. Do vậy, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x có thể được trích rút từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất. Đối với bước C3, kênh mang phụ thứ nhất của băng phụ thứ $(x+1)$ và kênh mang phụ cuối cùng của băng phụ thứ x là các kênh mang phụ lân cận lần lượt thuộc hai băng phụ, và được tách riêng bởi khoảng tần số thứ hai. Do vậy, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ có thể được trích rút từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số theo khoảng

tần số thứ hai. Toàn bộ các ký hiệu OQAM có thể được trích rút từ tín hiệu miền tần số theo cách thức nêu trên.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả các phương án thực hiện nêu trên của sáng chế, sau khi nhận ký hiệu từ bộ truyền, bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, và cuối cùng, thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Do bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận và tạo khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, bộ nhận cần thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, sao cho các ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền có thể được khôi phục. So với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, rằng các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng hoàn chỉnh giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Để hiểu rõ hơn và triển khai các giải pháp nêu trên theo phương án thực hiện sáng chế, phần sau sử dụng ngữ cảnh ứng dụng tương ứng làm ví dụ để mô tả chi tiết.

Để triển khai khoảng băng bảo vệ bội số phân số, bộ lọc thỏa mãn các yêu cầu sau có thể được tạo cấu hình theo phương án thực hiện sáng chế:

(1) Bộ lọc nguyên mẫu có băng dịch chuyển miền tần số tương đối hẹp, trong đó băng dịch chuyển đề cập đến khoảng phổ từ tâm của đáp ứng miền tần số của bộ lọc đến đáp ứng miền tần số chạm 0. Bộ chỉ báo xác định liệu 0 được chạm đang kiểm tra xem liệu gây ảnh hưởng tương đối lớn đến việc thực hiện truyền. Chẳng hạn, đáp ứng miền tần số nhỏ hơn -30dB được xem đang chạm đến 0 do SINR của hệ thống truyền thông vô tuyến nói chung nhỏ hơn 30dB .

(2) Bộ lọc nguyên mẫu tạo tính trực giao giá trị thực cao dưới sự điều biến OQAM.

Bộ lọc này có thể được triển khai bằng cách sử dụng các công nghệ tối ưu hóa và thiết kế lọc hiện tại. Dựa vào Fig.4A và Fig.4B, Fig.4A và Fig.4B là các sơ đồ đặc tính phổ và miền thời gian của bộ lọc theo phương án thực hiện sáng chế. Fig.4A và Fig.4B cấp bộ lọc nguyên mẫu thỏa mãn hai điều kiện nêu trên, và bộ lọc nguyên mẫu thu được bằng cách tối ưu hóa bộ lọc cosin được nâng có hệ số giảm $\alpha=0,125$, trong đó hệ số trùng lặp bằng 8.

Dựa vào Fig.5, Fig.5 là sơ đồ của phương pháp truyền tín hiệu FBMC được triển khai bởi bộ truyền theo phương án thực hiện sáng chế, trong đó phương pháp chủ yếu gồm các bước sau:

Hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu nằm trong bộ truyền là K , và số lượng các kênh mang phụ miền tần số là M . Phương pháp triển khai cụ thể của bộ truyền được mô tả ở các bước sau:

S1. Tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ

Giả sử rằng ký hiệu OQAM được tạo gồm L băng phụ, trong đó L lớn

hơn hoặc bằng 2. Ở đây $\vec{a}_n^1, \vec{a}_n^2, \dots, \vec{a}_n^L$ được sử dụng để biểu diễn vector được tạo bởi các ký hiệu OQAM trên L băng phụ được sử dụng để tạo tín hiệu FBMC thứ n, trong đó $\vec{a}_n^1 = [a_{n,0}^1, a_{n,1}^1, \dots, a_{n,N_1-1}^1]^T$, $\vec{a}_n^2 = [a_{n,0}^2, a_{n,1}^2, \dots, a_{n,N_2-1}^2]^T$, ..., $\vec{a}_n^L = [a_{n,0}^L, a_{n,1}^L, \dots, a_{n,N_L-1}^L]^T$, trong đó $N_1, N_2, \dots, N_L$ là các số nguyên dương và biểu thị số lượng kênh mang phụ ở mỗi băng phụ, và $N_1 + N_2 + \dots + N_L = N \leq M$. n đại diện số thứ tự của tín hiệu FBMC, N đại diện tổng số các kênh mang phụ mong muốn, và về mặt số học không lớn hơn tổng số M kênh mang phụ, và $a_{n,z}^i$ đại diện dữ liệu của kênh mang phụ thứ z của băng phụ thứ i và được sử dụng để tạo tín hiệu FBMC thứ n.

S2. Ánh xạ kênh mang phụ

Chức năng ánh xạ kênh mang phụ là ánh xạ các ký hiệu OQAM trên L băng phụ nêu trên vào các kênh mang phụ (vector $\vec{b}_n$ được sử dụng để đại diện dữ liệu trên tất cả các kênh mang phụ được ánh xạ). Giả sử rằng khoảng góc Δf giữa hai kênh mang phụ là 1 đơn vị khoảng, và khoảng băng bảo vệ bội số phân số được chèn giữa các băng phụ.

Quy tắc ánh xạ được thực hiện bởi bộ truyền như sau:

(1) Để ánh xạ kênh mang phụ ở băng phụ thứ i, nếu $a_{n,0}^i$ được ánh xạ vào $b_{n,j}$, $a_{n,1}^i$ được ánh xạ vào $b_{n,j+K}$, và v.v.. Tức là, khoảng cố định, tức là, hệ số trùng lặp K, được duy trì giữa các kênh mang phụ được ánh xạ.

(2) Đối với vị trí biên của hai băng phụ lân cận, để tránh xuất hiện giao thoa, khoảng tần số giữa kênh mang phụ cuối cùng của băng phụ trước đó và kênh mang phụ thứ nhất của băng phụ tiếp theo được gán bằng K+P, trong đó P là số nguyên không âm. Tức là, nếu kênh mang phụ cuối cùng của băng phụ thứ i được ánh xạ vào $b_{n,j}$, kênh mang phụ thứ 0

của băng phụ thứ $(i+1)$ được ánh xạ vào $b_{n,j+K+P}$.

Giả sử rằng hệ số trùng lặp K của bộ lọc bằng 8, và P bằng 4. Dựa vào Fig.6, Fig.6 là sơ đồ của ngữ cảnh ứng dụng chèn khoảng băng bảo vệ giữa các băng phụ lân cận theo phương án thực hiện sáng chế. Fig.6 cung cấp kết quả ánh xạ kênh mang phụ ở vị trí biên của băng phụ i và băng phụ $i+1$. $(K-1)$ số 0 được chèn giữa hai kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, và $(K+P-1)$ số 0 được chèn giữa hai băng phụ.

S3. Lọc miền tần số

Hàm lọc miền tần số đang thực hiện hoạt động lọc trên tần số của khối dữ liệu được ánh xạ $\overset{i}{b}_n$. Lọc miền tần số có thể được triển khai bởi thực hiện tích chập trên $\overset{i}{b}_n$ và đáp ứng tần số $\overset{i}{H}$ của bộ lọc như sau:

$$\overset{i}{c}_n = \overset{i}{b}_n \odot \overset{i}{H}, \text{ trong đó}$$

Ký hiệu $\odot$ là toán tử tính toán tích chập; và $\overset{i}{H}$ là đáp ứng tần số của bộ lọc nguyên mẫu, có độ dài thường là KM . Tuy nhiên, đối với bộ lọc có cục bộ hóa miền tần số tương đối cao, hệ số có công suất tương đối thấp có thể được loại bỏ khỏi đáp ứng tần số, do vậy độ dài của đáp ứng tần số của bộ lọc nhỏ hơn KM , nhờ đó giảm độ phức tạp tính toán.

S4. IDFT

Biến đổi IDFT điểm T được thực hiện trên dữ liệu $\overset{r}{c}_n$ để có $\overset{i}{d}_n$, trong đó T là giá trị không nhỏ hơn KM , tức là, $T \geq KM$. Nếu T lớn hơn KM , các số 0 có thể được chèn vào cả hai phía của $\overset{r}{c}_n$ để tạo thành T điểm, và sau đó IDFT được thực hiện. Rõ ràng là, độ dài $\overset{i}{d}_n$ biến đổi bằng IDFT là T điểm lấy mẫu.

Nếu giá trị T là lũy thừa nguyên 2, biến đổi IFFT cơ số 2 có thể được thực hiện.

S5. Xê dịch và chồng chập miền thời gian

Sau đó, biến đổi song song - nối tiếp được thực hiện. Sau khi biến đổi

song song - nối tiếp, dữ liệu điểm T tương ứng với ký hiệu số thực thứ $(n+1)$ là $T/2K$ điểm muộn hơn dữ liệu điểm T tương ứng với ký hiệu số thực thứ n. Tất cả các ký hiệu số thực bị xê dịch và sau đó bị chồng chập, dữ liệu song song đổi sang dòng dữ liệu nối tiếp, và sau đó bộ truyền truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Đối với bộ nhận, có hai phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC, chủ yếu khác ở vị trí của bộ cân bằng. Dựa vào Fig.7, Fig.7 là sơ đồ của phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC được triển khai bởi bộ nhận theo phương án thực hiện sáng chế, trong đó phương pháp chủ yếu gồm các bước sau:

S1. Trích rút ký hiệu miền thời gian từ tín hiệu nhận được

Trích rút ký hiệu miền thời gian của ký hiệu FBMC thứ n để có $\vec{e}_n$, trong đó $\vec{e}_n$ là vector có độ dài bằng T. Dữ liệu điểm T $\vec{e}_{n+1}$ là $T/2K$ điểm muộn hơn dữ liệu điểm T $\vec{e}_n$.

S2. DFT

Hoạt động DFT điểm T được thực hiện trên $\vec{e}_n$ để có $\vec{f}_n$. Do $T \geq KM$, nếu $T > KM$, các số 0 dư thừa ở hai phía $\vec{f}_n$ được loại bỏ theo định luật các số 0 đệm ở đầu bộ truyền, để có dữ liệu hợp lệ $\vec{f}_n$ có độ dài bằng KM.

Bước 3. Cân bằng kênh

Trong quá trình cân bằng, nếu kênh đáp ứng tần số là $C(i)$, hệ số của bộ cân bằng là:

$$EQ(i) = \frac{1}{C(i)}, \quad 0 \leq i \leq KM-1$$

Do vậy, tín hiệu thu được sau khi cân bằng kênh là:

$$g_{n,i} = f_{n,i} \times EQ(i), \quad 0 \leq i \leq KM-1, \text{ trong đó}$$

$f_{n,i}$ là phần tử thứ i của $\vec{f}_n$, và $g_{n,i}$ là phần tử thứ i của $\vec{g}_n$.

S4. Lọc miền tần số

Lọc miền tần số là hoạt động lọc so khớp lọc miền tần số được thực hiện bởi bộ truyền, và có thể được triển khai bởi tích chập. Phương pháp triển khai cụ thể thực hiện hoạt động tích chập trên $\vec{g}_n$ và $\vec{H}'$, tức là, $\vec{h}_n = \vec{g}_n \odot \vec{H}'$, trong đó $\vec{H}'$ là liên hợp của $\vec{H}$, và ký hiệu $\odot$ đại diện tích chập.

S5. Ánh xạ ngược các kênh mang phụ

Ánh xạ ngược các kênh mang phụ tương ứng với môđun ánh xạ kênh mang phụ của bộ truyền. Sau khi ánh xạ ngược, dữ liệu sẽ được dò $\vec{s}_n^1, \vec{s}_n^2, \dots, \vec{s}_n^L$ tương ứng với dữ liệu được truyền $\vec{a}_n^1, \vec{a}_n^2, \dots, \vec{a}_n^L$ ở đầu truyền thu được, trong đó $\vec{s}_n^i$ là giá trị sẽ dò được tương ứng với $\vec{a}_n^i$. $\vec{s}_n^i = \vec{a}_n^i + \vec{w}_n$, trong đó $\vec{w}_n$ là vector nhiễu. Như được thể hiện trên Fig.7, sau khi thực hiện ánh xạ ngược, bộ nhận xuất ra kết quả $q_n^1, q_n^2, \dots, q_n^S$. Ánh xạ ngược các kênh mang phụ là quá trình đảo ánh xạ kênh mang phụ ở đầu truyền, và phương pháp cụ thể ánh xạ ngược các kênh mang phụ như sau:

(1) Đối với dữ liệu ở băng phụ thứ i, giá trị được trích rút ở khoảng K vị trí và được sử dụng làm kết quả ánh xạ ngược. Chẳng hạn, nếu $h_{n,j}$ được ánh xạ ngược trên $s_{n,l}^i$, $h_{n,j+K}$ được ánh xạ ngược trên $s_{n,l+1}^i$, trong đó $s_{n,l}^i$ là phần tử thứ l của $\vec{s}_n^i$, và $h_{n,j}$ là phần tử thứ j của $\vec{h}_n$.

(2) Đối với vị trí biên của hai băng phụ lân cận, khi ánh xạ kênh mang phụ được thực hiện ở đầu truyền, khoảng tần số giữa kênh mang phụ cuối cùng của băng phụ trước và kênh mang phụ thứ nhất của băng phụ tiếp theo là K+P. Do vậy, khi ánh xạ ngược các kênh mang phụ được thực hiện ở đầu nhận, khoảng tần số giữa hai kênh mang phụ biên của hai băng phụ lân cận là K+P. Tức là, nếu $h_{n,j}$ được ánh xạ ngược trên kênh mang

phụ cuối cùng của băng phụ i , $h_{n,j+P+K}$ được ánh xạ ngược trên kênh mang phụ thứ nhất của băng phụ thứ $(i+1)$.

Nên được chỉ ra rằng nếu tín hiệu liên kết xuống được truyền, bộ nhận chỉ cần trích rút dữ liệu trên kênh mang phụ được lập lịch cho chính bộ nhận, và không cần thực hiện xử lý tiếp theo trên dữ liệu trên tất cả các kênh mang phụ. Nếu tín hiệu liên kết lên được truyền, bộ nhận cần trích rút dữ liệu trên tất cả các kênh mang phụ mong muốn để xử lý tiếp theo.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, sau khi tạo các ký hiệu OQAM, bộ nhận có thể còn thực hiện giải điều biến dữ liệu OQAM. Để xử lý các quá trình như giải điều biến dữ liệu và giải mã OQAM, tham khảo giải pháp kỹ thuật đã biết.

Sau khi các hoạt động nêu trên được thực hiện, hệ thống FBMC chèn khoảng băng bảo vệ bội số phân số được triển khai.

Dựa vào Fig.8, Fig.8 là sơ đồ của phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC khác được triển khai bởi bộ nhận theo phương án thực hiện sáng chế, và khác biệt từ Fig.7 nằm ở chỗ cân bằng được thực hiện sau khi ánh xạ kênh mang phụ. Cân bằng được triển khai theo cách thức tương tự như cách thức ở S3, và khác biệt ở chỗ hoạt động cân bằng cần được thực hiện trên tối đa KM đoạn dữ liệu trên Fig.7, và hoạt động cân bằng cần được thực hiện trên tối đa chỉ M đoạn dữ liệu trên Fig.8.

Theo phương án thực hiện sáng chế, khoảng băng bảo vệ được chèn giữa các băng phụ khác nhau của hệ thống FBMC để triệt tiêu giao thoa giữa các băng phụ lân cận. Độ rộng của khoảng băng bảo vệ có thể là bội số phân số của khoảng kênh mang phụ, nhờ đó tiết kiệm các tài nguyên phổ.

Lưu ý rằng, để dễ mô tả, phương pháp ở mỗi phương án trong các phương án thực hiện nêu trên được mô tả dưới dạng tổ hợp của chuỗi hành động; tuy nhiên, chuyên gia trong lĩnh vực nên hiểu rằng, sáng chế

không bị giới hạn ở chuỗi hành động được mô tả, do một số bước có thể được thực hiện ở chuỗi khác hoặc đồng thời theo sáng chế. Ngoài ra, chuyên gia trong lĩnh vực cũng nên hiểu rằng tất cả các phương án thực hiện được mô tả trong bản mô tả thuộc các phương án thực hiện lấy làm ví dụ, và các hoạt động và môđun liên quan không nhất thiết bắt thuộc theo sáng chế.

Để dễ triển khai các giải pháp nêu trên theo các phương án thực hiện sáng chế, phần sau còn đề xuất các thiết bị liên quan để triển khai các giải pháp nêu trên.

Dựa vào Fig.9A, bộ truyền 900 theo phương án thực hiện sáng chế có thể gồm: môđun tạo ký hiệu 901, môđun ánh xạ ký hiệu 902, môđun tạo tín hiệu 903, và môđun truyền 904.

Môđun tạo ký hiệu 901 được tạo cấu hình để tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ.

Môđun ánh xạ ký hiệu 902 được tạo cấu hình để ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Môđun tạo tín hiệu 903 được tạo cấu hình để tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số.

Môđun truyền 904 được tạo cấu hình để truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, môđun ánh xạ ký hiệu 902 được tạo cấu hình cụ thể để: ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ

thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

Ngoài ra, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$, khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, môđun ánh xạ ký hiệu 902 được tạo cấu hình cụ thể để: ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z ; và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ hai $(m-1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

Ngoài ra, sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$, rằng khoảng tần số thứ hai $(m-1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.9B, bộ truyền 900 còn gồm: môđun thu thập khoảng băng bảo vệ 905, trong đó môđun thu thập khoảng băng bảo vệ 905 được tạo cấu hình để: trước khi môđun ánh xạ ký hiệu ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ vào kênh mang phụ tương ứng, thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.9C, bộ truyền 900, so với bộ truyền 900 được thể hiện trên Fig.9A, còn gồm: môđun tiền mã hóa 906, được tạo cấu hình để: trước khi môđun tạo tín hiệu 903 tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số, thực hiện tiền mã hóa trên ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ ở tín hiệu miền tần số.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, môđun tạo ký hiệu 901 được tạo cấu hình cụ thể để tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.9D, môđun tạo tín hiệu 903 gồm:

bộ lọc 9031, được tạo cấu hình để thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số;

môđun IDFT 9032, được tạo cấu hình để thực hiện IDFT trên tín hiệu

miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian; và

môđun xê dịch và chồng chập 9033, được tạo cấu hình để thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả về phương án thực hiện sáng chế nêu trên, rằng sau khi tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ, bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất; sau đó tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số; và cuối cùng, truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận. Bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận; do vậy, so với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng toàn phần giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Dựa vào Fig.10A, bộ nhận 1000 theo phương án thực hiện sáng chế

có thể gồm: môđun tiếp nhận tín hiệu 1001, môđun thu thập tín hiệu miền tần số 1002, và môđun ánh xạ ngược tín hiệu 1003.

Môđun tiếp nhận tín hiệu 1001 được tạo cấu hình để tiếp nhận tín hiệu FBMC.

Môđun thu thập tín hiệu miền tần số 1002 được tạo cấu hình để sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số.

Môđun ánh xạ ngược tín hiệu 1003 được tạo cấu hình để thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.10B, môđun thu thập tín hiệu miền tần số 1002 gồm:

môđun phụ trích rút tín hiệu miền thời gian 10021, được tạo cấu hình để thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

môđun phụ DFT 10022, được tạo cấu hình để thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

bộ lọc 10023, được tạo cấu hình để thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

Ngoài ra, dựa vào Fig.10C, môđun thu thập tín hiệu miền tần số 1002 còn gồm:

bộ cân bằng thứ nhất 10024, được tạo cấu hình để thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT trước khi bộ lọc 10023 thực

hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.10D, so với bộ nhận được thể hiện trên Fig.10A, nếu tín hiệu FBMC nhận được là tín hiệu liên kết xuống, bộ nhận 1000 có thể còn gồm:

môđun lọc tín hiệu miền tần số 1004, được tạo cấu hình để: sau khi môđun thu thập tín hiệu miền tần số sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước.

Ở ngữ cảnh ứng dụng này, môđun ánh xạ ngược tín hiệu 1003 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.10E, so với bộ nhận được thể hiện trên Fig.10A, bộ nhận 1000 còn gồm: bộ cân bằng thứ hai 1005, được tạo cấu hình để thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM sau khi môđun ánh xạ ngược tín hiệu 1003 thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.10F, môđun ánh xạ ngược tín hiệu 1003 có thể cụ thể gồm:

môđun phụ ánh xạ ngược thứ nhất 10031, được tạo cấu hình để trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x;

môđun phụ ánh xạ ngược thứ hai 10032, được tạo cấu hình để: sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tục, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x; và

môđun phụ ánh xạ ngược thứ ba 10033, được tạo cấu hình để trích rút,

theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số; trong đó x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong tín hiệu miền tần số.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả về phương án thực hiện sáng chế nêu trên, sau khi nhận ký hiệu FBMC từ bộ truyền, bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, và cuối cùng, thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Do bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận và tạo khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, bộ nhận cần thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, sao cho các ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền có thể được khôi phục. So với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng toàn diện giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số

phân số.

Phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất vật lưu trữ máy tính. Vật lưu trữ máy tính lưu trữ chương trình lưu trữ chương trình, trong đó chương trình thực thi một phần hoặc tất cả các bước được mô tả ở phương pháp theo các phương án thực hiện nêu trên.

Phần sau mô tả bộ truyền khác theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.11, bộ truyền 1100 gồm:

thiết bị đầu vào 1101, thiết bị đầu ra 1102, bộ xử lý 1103, bộ nhớ 1104, và bộ lọc 1105 (có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý 1103 ở bộ truyền 1100, và một bộ xử lý được sử dụng làm ví dụ trên Fig.11). Theo một số phương án thực hiện sáng chế, thiết bị đầu vào 1101, thiết bị đầu ra 1102, bộ xử lý 1103, và bộ nhớ 1104 có thể được kết nối bằng cách sử dụng đường truyền hoặc theo cách thức khác, và kết nối bằng cách sử dụng đường truyền được sử dụng làm ví dụ in Fig.11.

Bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình để thực hiện các bước sau:

tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ;

ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất;

tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số; và

truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện các bước sau:

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ

thứ y ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện bước sau:

sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$, việc khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện các bước sau: ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$, trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 được tạo

cấu hình cụ thể để thực hiện bước sau:

sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ $(x+1)$ vào kênh mang phụ thứ $(z+1)$, việc khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ $(z+1)$ được triển khai theo cách thức sau:

chèn $(k+p-1)$ số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 còn được tạo cấu hình để thực hiện bước sau: trước khi ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng, thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 còn được tạo cấu hình để thực hiện bước sau: trước khi tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số, thực hiện tiền mã hóa trên ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ ở tín hiệu miền tần số.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện bước sau:

tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1103 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện các bước sau:

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số;

thực hiện IDFT trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số, để có tín hiệu miền thời gian; và

thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả về phương án thực hiện sáng chế nêu trên, việc sau khi tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ, bộ truyền ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liên kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất; sau đó tạo tín hiệu FBMC khỏi tín hiệu miền tần số; và cuối cùng, truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận. Bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận; do vậy, so với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng toàn diện giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo

vệ bội số phân số.

Phần dưới đây mô tả bộ nhận khác theo phương án thực hiện sáng chế, dựa vào Fig.12A, bộ nhận 1200 gồm:

thiết bị đầu vào 1201, thiết bị đầu ra 1202, bộ xử lý 1203, bộ nhớ 1204, và bộ lọc 1205 (có thể có một hoặc nhiều bộ xử lý 1203 ở bộ nhận 1200, và một bộ xử lý được sử dụng làm ví dụ trên Fig.12). Theo một số phương án thực hiện sáng chế, thiết bị đầu vào 1201, thiết bị đầu ra 1202, bộ xử lý 1203, và bộ nhớ 1204 có thể được kết nối bằng cách sử dụng đường truyền hoặc theo cách thức khác, và kết nối bằng cách sử dụng đường truyền được sử dụng làm ví dụ in Fig.12.

Bộ xử lý 1203 được tạo cấu hình để thực hiện các bước sau:

tiếp nhận tín hiệu FBMC;

sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số; và

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1203 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện các bước sau:

thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1203 còn được tạo cấu hình để thực hiện bước sau: trước khi thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT, thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1203 còn được tạo cấu hình để thực hiện bước sau: nếu tín hiệu FBMC nhận được là tín hiệu liên kết xuống, sau khi sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước.

Việc thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai gồm:

thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

Theo một số phương án thực hiện sáng chế, bộ xử lý 1203 còn được tạo cấu hình để thực hiện bước sau: sau khi thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM.

Theo một số phương án thực hiện khác của sáng chế, bộ xử lý 1203 được tạo cấu hình cụ thể để thực hiện các bước sau:

trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x ;

sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tiếp, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x ; và

trích rút, theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền

tần số; trong đó

x đề cập đến băng phụ bất kỳ ở tín hiệu miền tần số.

Có thể được biết rằng, từ phần mô tả về phương án thực hiện sáng chế nêu trên, sau khi nhận ký hiệu FBMC từ bộ truyền, bộ nhận sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, và cuối cùng, thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất. Do bộ truyền tạo khoảng tần số thứ hai giữa các kênh mang phụ lân cận của hai băng phụ lân cận và tạo khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, bộ nhận cần thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, sao cho các ký hiệu OQAM được tạo bởi bộ truyền có thể được khôi phục. So với khoảng tần số thứ nhất giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ có thể triển khai cô lập hiệu quả giữa các kênh mang phụ của hai băng phụ lân cận. Có thể được triển khai, bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ, việc các phổ của hai băng phụ lân cận không trùng lặp, để gần như trực giao. Do vậy, giao thoa lẫn nhau được tạo do các băng phụ lân cận đi qua các kênh khác nhau có thể được triệt tiêu bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ. Ngoài ra, do khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất và không vượt quá khoảng toàn diện giữa các kênh mang phụ lân cận, giảm chiếm các tài nguyên phổ bằng cách sử dụng khoảng băng bảo vệ bội số phân số.

Ngoài ra, lưu ý rằng thiết bị được mô tả theo phương án thực hiện chỉ lấy làm ví dụ. Các khối được mô tả dưới dạng các phần riêng rẽ có thể hoặc không thể riêng rẽ về mặt vật lý, và các phần được hiển thị dưới dạng các khối có thể hoặc không thể là các khối vật lý, có thể được đặt ở một vị trí, hoặc có thể được phân tán trên các khối mạng. Một số hoặc tất cả các môđun có thể được lựa chọn theo các nhu cầu thực để đạt được các mục đích của các giải pháp theo các phương án thực hiện. Ngoài ra, ở các hình vẽ đi kèm của thiết bị theo các phương án thực hiện sáng chế, các mối quan hệ kết nối giữa các môđun chỉ báo rằng các môđun có các kết nối truyền thông với nhau, có thể được triển khai cụ thể dưới dạng một hoặc nhiều đường truyền thông hoặc cáp tín hiệu. Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể hiểu và triển khai các phương án thực hiện sáng chế mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Dựa trên phần mô tả các cách thức triển khai nêu trên, chuyên gia trong lĩnh vực có thể hiểu rõ rằng sáng chế có thể được triển khai bởi phần mềm bên cạnh phần cứng đa năng cần thiết, hoặc bởi phần cứng chuyên dụng, gồm mạch tích hợp chuyên dụng, CPU dành riêng, bộ nhớ dành riêng, thành phần dành riêng, và tương tự. Nói chung, các chức năng bất kỳ có thể được thực hiện bởi chương trình máy tính có thể dễ dàng được triển khai bằng cách sử dụng phần cứng tương ứng. Ngoài ra, cấu trúc phần cứng cụ thể được sử dụng để đạt được chức năng tương tự có thể có các dạng khác nhau, chẳng hạn, dưới dạng mạch tương tự, mạch số, mạch dành riêng, hoặc tương tự. Tuy nhiên, như đối với sáng chế, việc triển khai chương trình phần mềm là cách thức triển khai tốt hơn trong nhiều trường hợp. Dựa trên hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế chủ yếu hoặc một phần đóng góp vào giải pháp kỹ thuật đã biết có thể được triển khai dưới dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm được lưu trữ trong vật lưu trữ đọc được, như đĩa mềm, ổ nhớ nhanh USB, đĩa cứng tháo được, ROM (Read-Only Memory, bộ nhớ chỉ đọc), RAM

(Random Access Memory, bộ nhớ truy xuất ngẫu nhiên), đĩa từ, hoặc đĩa quang của máy tính, và gồm một số lệnh để ra lệnh thiết bị máy tính (có thể là thiết bị máy tính, máy chủ, thiết bị mạng, và tương tự) để thực hiện các phương pháp theo các phương án thực hiện sáng chế.

Các phương án thực hiện nêu trên chỉ được nhằm để mô tả các giải pháp kỹ thuật của sáng chế, nhưng không nhằm sáng chế. Mặc dù sáng chế được mô tả chi tiết dựa vào các phương án thực hiện nêu trên, song những người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực nên hiểu rằng họ vẫn có thể thực hiện các cải biến với các giải pháp kỹ thuật được mô tả theo các phương án thực hiện nêu trên hoặc thực hiện các thay thế tương đương với một số dấu hiệu kỹ thuật của nó, mà không xa rời phạm vi của các giải pháp kỹ thuật của các phương án thực hiện sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp truyền tín hiệu FBMC (filter bank multi-carrier, đa kênh mang dàn lọc) bao gồm các bước:

tạo các ký hiệu OQAM (offset quadrature amplitude modulation, điều biến biên độ cầu phương độ lệch) được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ;

ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất;

tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số; và
truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng bao gồm các bước:

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó:

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM thứ

n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ (n+1) trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ (y+1), việc khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ (y+1) được triển khai theo cách thức sau:

chèn (k-1) số 0 giữa ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ (n+1), trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó đối với các ký hiệu OQAM lần lượt thuộc hai băng phụ, ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng bao gồm các bước:

ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z; và

ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ (x+1) vào kênh mang phụ thứ (z+1); trong đó:

khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ (z+1), trong đó Δf đại diện khoảng tần số thứ nhất, $m\Delta f$ là khoảng băng bảo vệ, m là phân số lớn hơn 0, và cả x lẫn z là các số nguyên dương.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó sau khi ánh xạ ký hiệu OQAM cuối cùng trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ z và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ nhất trên băng phụ thứ (x+1) vào kênh mang phụ thứ (z+1), việc khoảng tần số thứ hai $(m+1)\Delta f$ tồn tại giữa kênh mang phụ thứ z và kênh mang phụ thứ (z+1) được triển khai theo cách thức sau:

chèn (k+p-1) số 0 giữa ký hiệu OQAM cuối cùng và ký hiệu OQAM thứ nhất, trong đó

k là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, và p là hệ số nén ngoài

băng của bộ lọc nguyên mẫu.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trước khi ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng, phương pháp còn bao gồm các bước:

thu thập khoảng băng bảo vệ theo hệ số trùng lặp và hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và khoảng tần số thứ nhất, trong đó khoảng băng bảo vệ thu được theo cách thức sau:

$$G = \frac{P}{K} \Delta f, \text{ trong đó:}$$

G là khoảng băng bảo vệ, K là hệ số trùng lặp của bộ lọc nguyên mẫu, P là hệ số nén ngoài băng của bộ lọc nguyên mẫu, và Δf là khoảng tần số thứ nhất.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó trước khi tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số, phương pháp còn bao gồm bước:

thực hiện tiền mã hóa trên ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ ở tín hiệu miền tần số.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó tạo các ký hiệu OQAM trên ít nhất hai băng phụ bao gồm bước:

tạo các ký hiệu OQAM được mang trên băng phụ tương tự cho người dùng tương tự.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số bao gồm các bước:

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu miền tần số;

thực hiện IDFT (inverse discrete Fourier transform, biến đổi ngược Fourier rời rạc) trên tín hiệu miền tần số thu được sau khi lọc miền tần số,

để có tín hiệu miền thời gian; và

thực hiện xê dịch miền thời gian và chồng chập trên tín hiệu miền thời gian để có tín hiệu FBMC.

10. Phương pháp tiếp nhận tín hiệu FBMC bao gồm các bước:

tiếp nhận tín hiệu FBMC;

sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số; và

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

11. Phương pháp theo điểm 10, trong đó việc sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số bao gồm các bước:

thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

thực hiện DFT (discrete Fourier transform, biến đổi Fourier rời rạc) trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó trước khi thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT, phương pháp còn bao gồm các bước:

thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

13. Phương pháp theo điểm 10, trong đó nếu tín hiệu FBMC nhận được là tín hiệu liên kết xuống, sau khi sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số, phương pháp còn bao gồm các bước:

lọc ra, từ tín hiệu miền tần số, tín hiệu miền tần số được ánh xạ vào kênh mang phụ định trước; và

việc thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai bao gồm các bước:

thực hiện, theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai, ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số được ánh xạ trên kênh mang phụ định trước.

14. Phương pháp theo điểm 10, trong đó sau khi thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, phương pháp còn bao gồm bước:

thực hiện cân bằng kênh trên các ký hiệu OQAM.

15. Phương pháp theo điểm 10, trong đó việc thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ bao gồm các bước:

trích rút, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x;

sau khi ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ x được trích rút, trích rút liên tiếp, từ băng phụ thứ x của tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất, ký hiệu OQAM thứ hai đến ký hiệu OQAM cuối cùng được mang trên băng phụ thứ x; và

trích rút, theo khoảng tần số thứ hai, ký hiệu OQAM thứ nhất được mang trên băng phụ thứ $(x+1)$ từ băng phụ thứ $(x+1)$ của tín hiệu miền tần số; trong đó

x đề cập đến băng phụ bất kỳ ở tín hiệu miền tần số.

16. Bộ truyền bao gồm:

bộ xử lý; và

bộ nhớ lưu trữ các lệnh máy tính có thể thực thi được lưu trữ trên đó, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến bộ xử lý

tạo các ký hiệu OQAM được bao gồm trên ít nhất hai băng phụ;

ánh xạ ký hiệu OQAM trên mỗi băng phụ trên kênh mang phụ tương ứng để có tín hiệu miền tần số, trong đó khoảng tần số thứ nhất tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất;

tạo tín hiệu FBMC nhờ tín hiệu miền tần số; và

truyền tín hiệu FBMC đến bộ nhận.

17. Bộ truyền theo điểm 16, trong đó đối với các ký hiệu OQAM thuộc cùng băng phụ, môđun ánh xạ ký hiệu được tạo cấu hình cụ thể để: ánh xạ ký hiệu OQAM thứ n trên băng phụ thứ x trên kênh mang phụ thứ y ; và ánh xạ ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ trên băng phụ thứ x vào kênh mang phụ thứ $(y+1)$; trong đó

khoảng tần số thứ nhất Δf tồn tại giữa kênh mang phụ thứ y và kênh mang phụ thứ $(y+1)$, x đề cập đến băng phụ bất kỳ trong ít nhất hai băng phụ, n đề cập đến ký hiệu OQAM bất kỳ trên băng phụ thứ x , ký hiệu OQAM thứ n và ký hiệu OQAM thứ $(n+1)$ là hai ký hiệu OQAM lân cận

trên băng phụ thứ x , và x , y , và n là các số nguyên dương.

18. Bộ nhận bao gồm:

bộ xử lý; và

bộ nhớ lưu trữ các lệnh máy tính có thể thực thi được lưu trữ trên đó, khi được thực thi bởi bộ xử lý, khiến bộ xử lý

tiếp nhận tín hiệu FBMC;

sử dụng tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền tần số; và

thực hiện ánh xạ ngược trên tín hiệu miền tần số theo khoảng tần số thứ nhất và khoảng tần số thứ hai để có các ký hiệu OQAM được mang trên ít nhất hai băng phụ, trong đó khoảng tần số thứ nhất là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận ở băng phụ tương tự, khoảng tần số thứ hai là khoảng tần số tồn tại giữa các kênh mang phụ lân cận mà thuộc hai băng phụ liền kề, khoảng tần số thứ hai là tổng của khoảng tần số thứ nhất và khoảng băng bảo vệ, và khoảng băng bảo vệ là bội số phân số của khoảng tần số thứ nhất.

19. Bộ nhận theo điểm 18, trong đó bộ nhớ lưu trữ các lệnh máy tính đọc được, khi được thực thi bởi bộ xử lý, còn khiến bộ xử lý:

thực hiện trích rút ký hiệu miền thời gian trên tín hiệu FBMC nhận được để có tín hiệu miền thời gian;

thực hiện DFT trên tín hiệu miền thời gian thu được bởi trích rút ký hiệu miền thời gian, để có tín hiệu được biến đổi bởi DFT; và

thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT để có tín hiệu miền tần số.

20. Bộ nhận theo điểm 19, trong đó bộ nhớ lưu trữ các lệnh máy tính đọc được khác, khi được thực thi bởi bộ xử lý, còn khiến bộ xử lý:

thực hiện cân bằng kênh trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT trước

khi bộ lọc thực hiện lọc miền tần số trên tín hiệu được biến đổi bởi DFT.

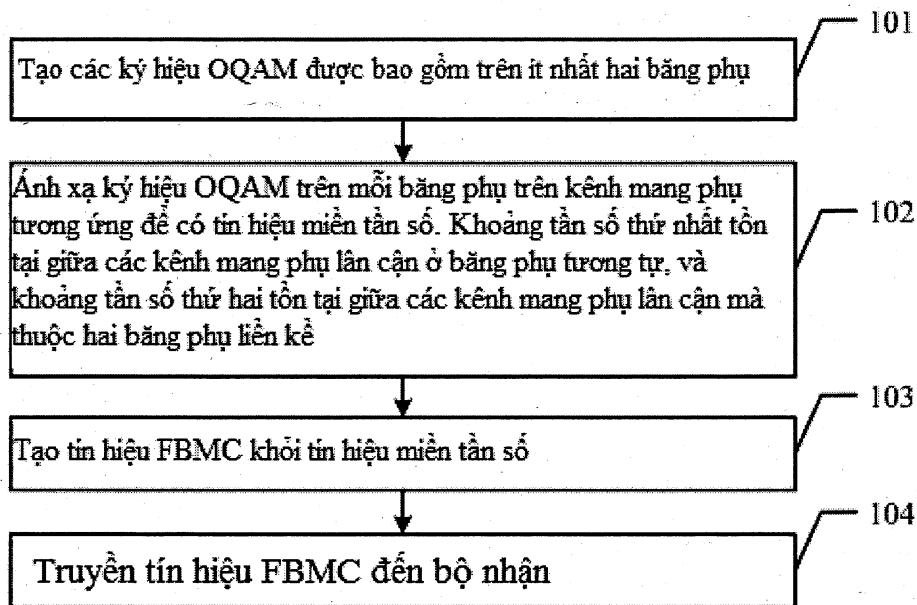


Fig.1

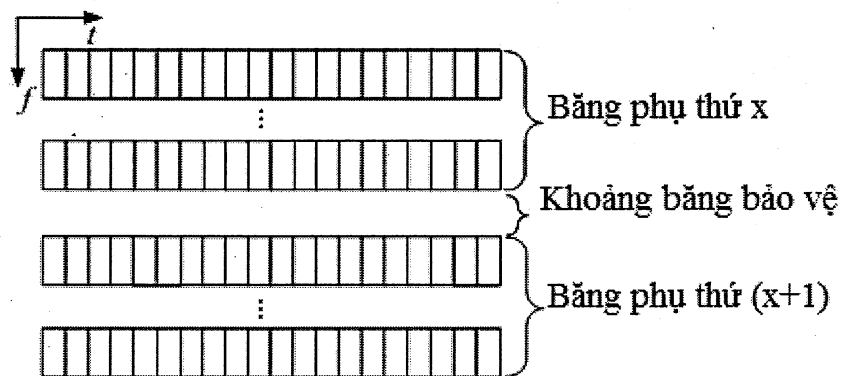


Fig.2A

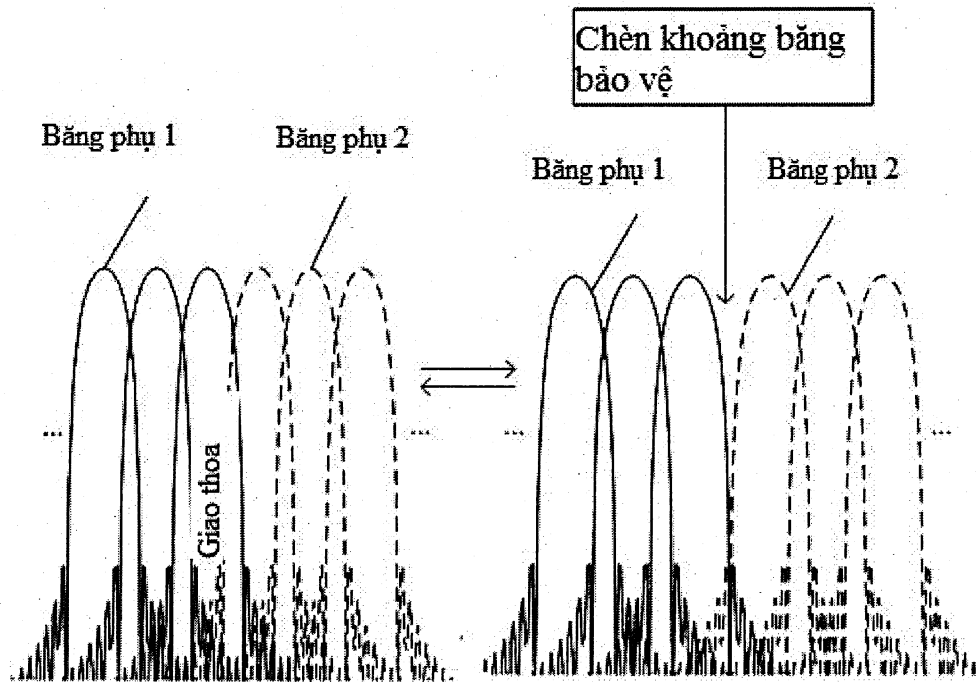


Fig.2B

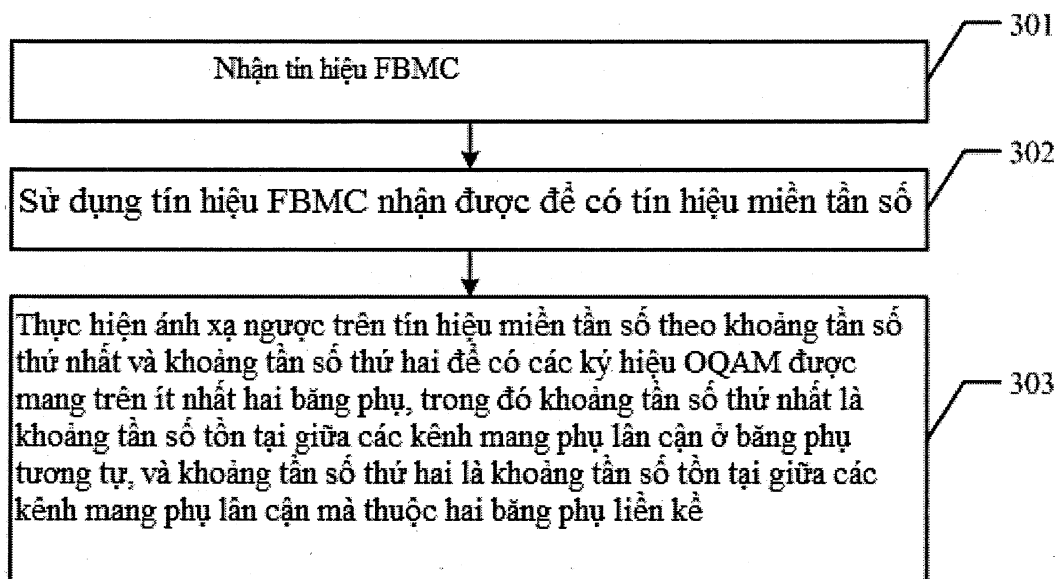


Fig.3

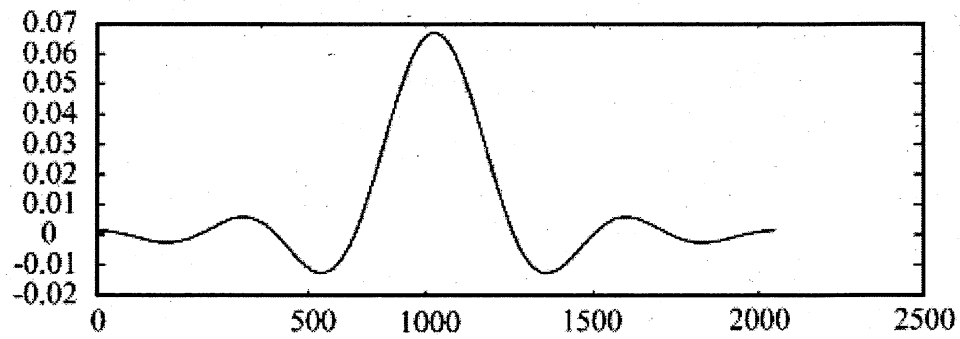


Fig.4A

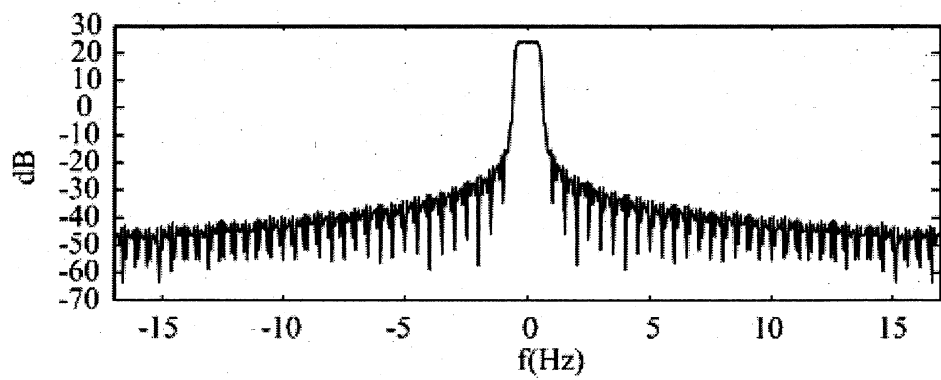


Fig.4B

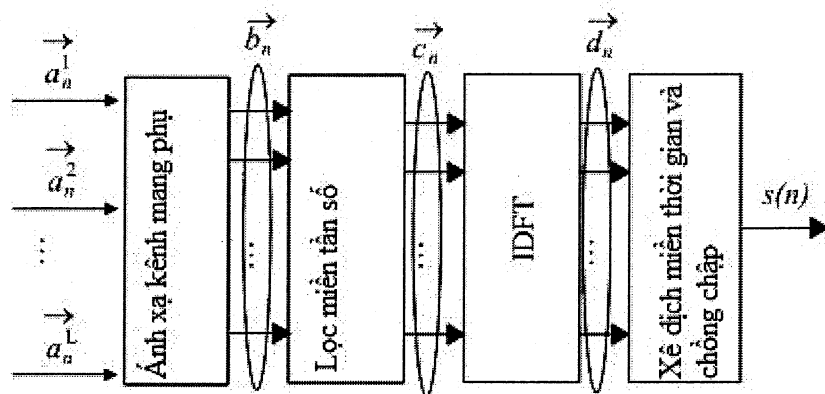


Fig.5

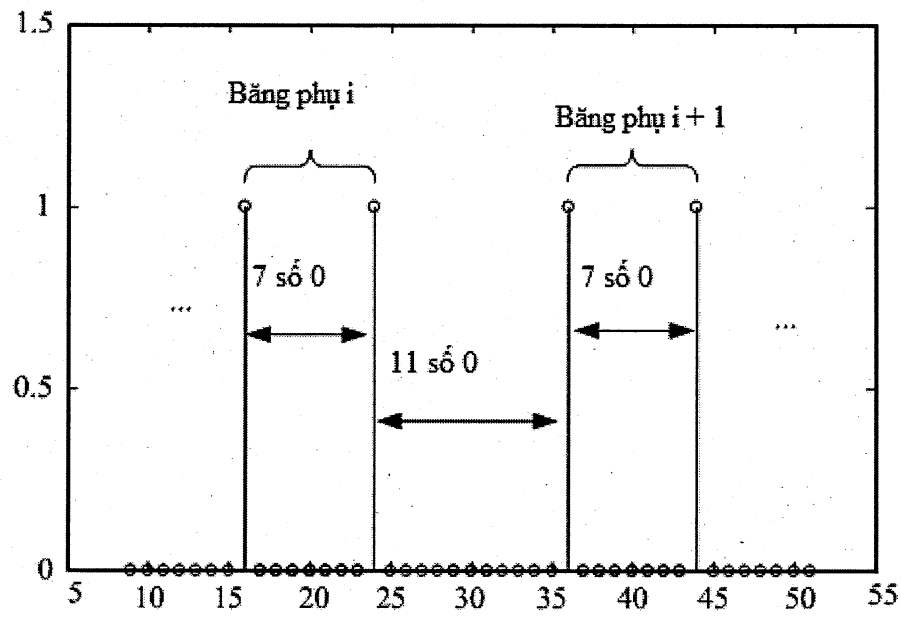


Fig.6

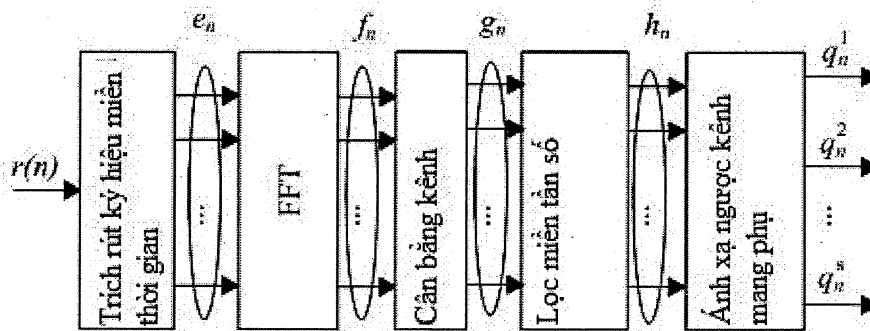


Fig.7

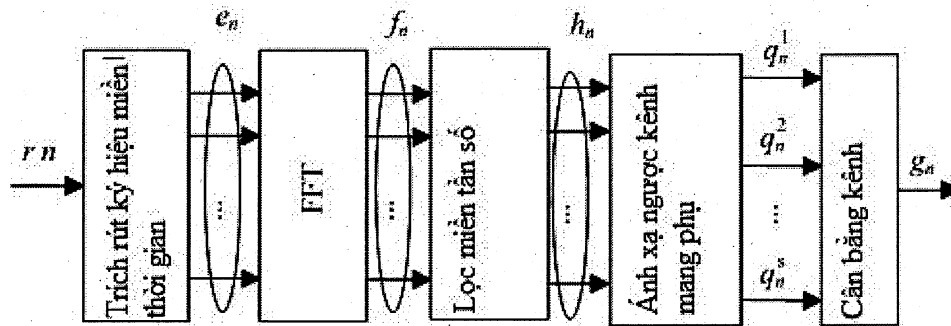


Fig.8

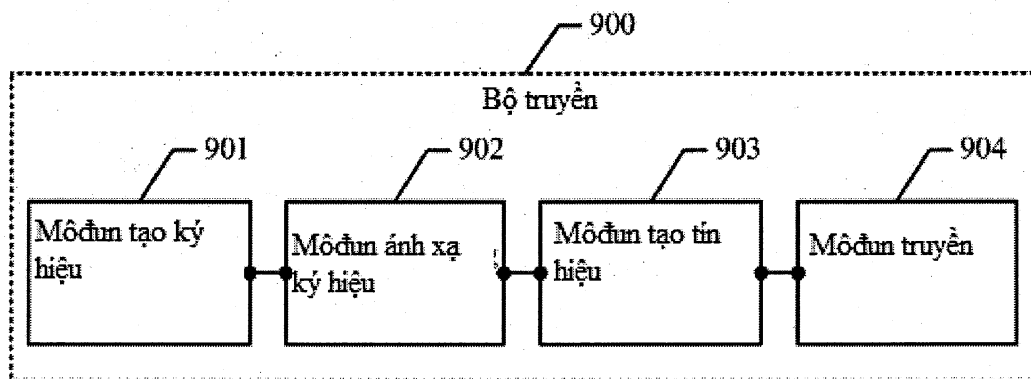


Fig.9A

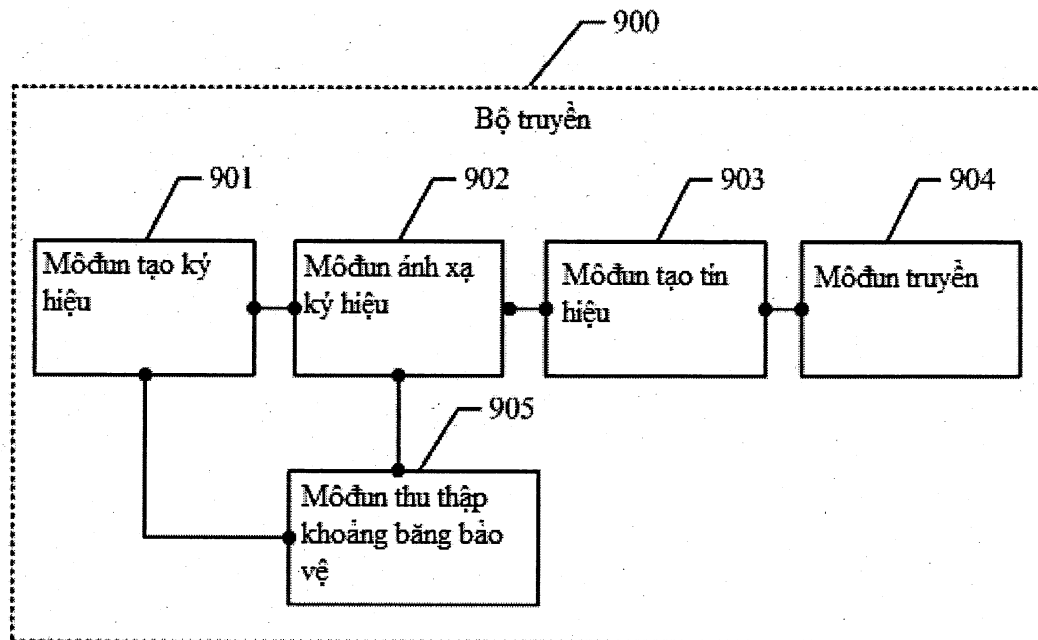


Fig.9B

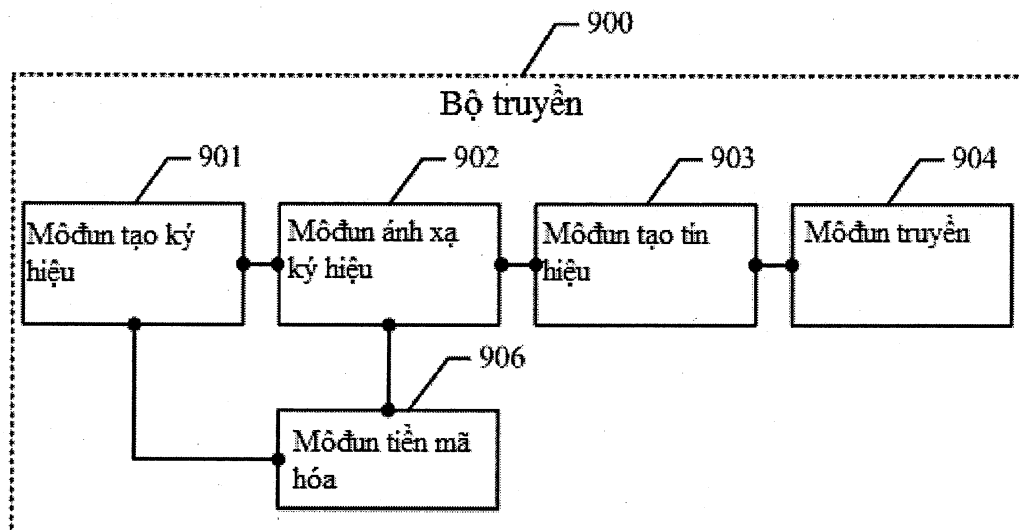


Fig.9C

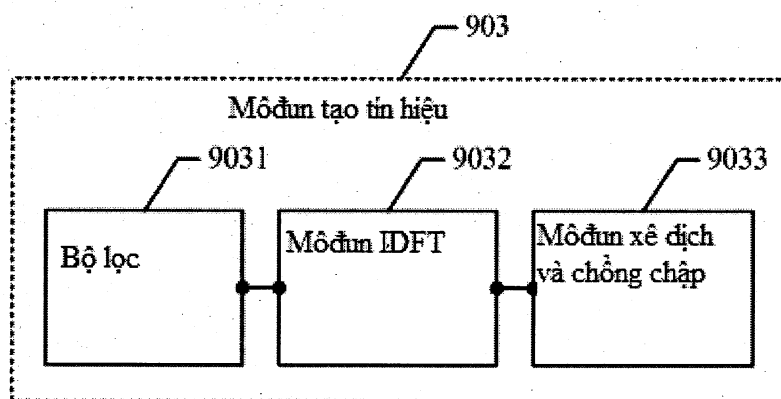


Fig.9D

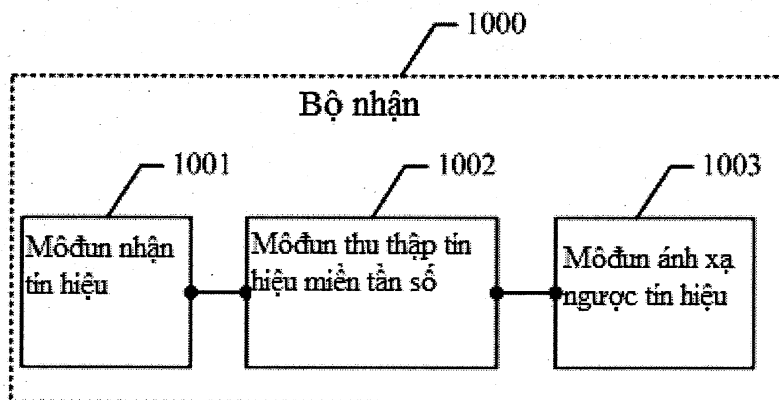


Fig.10A

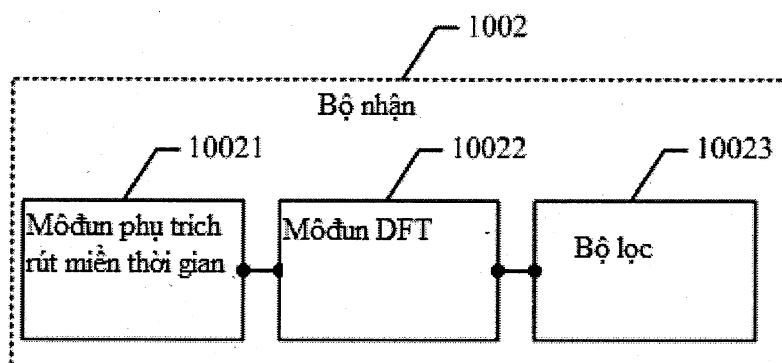


Fig.10B

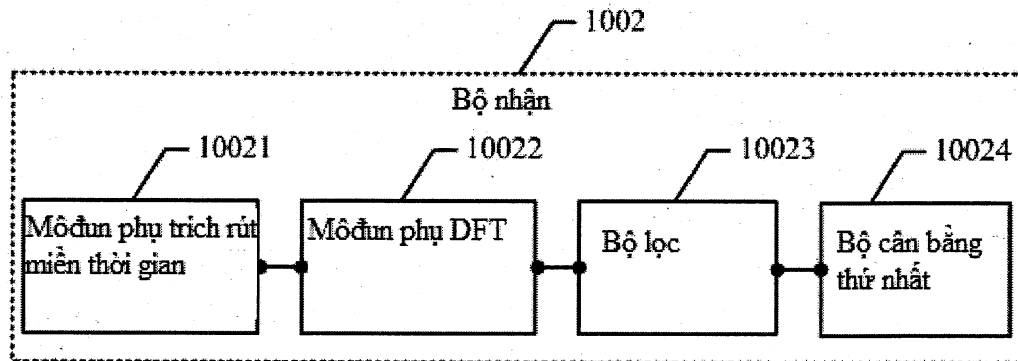


Fig.10C

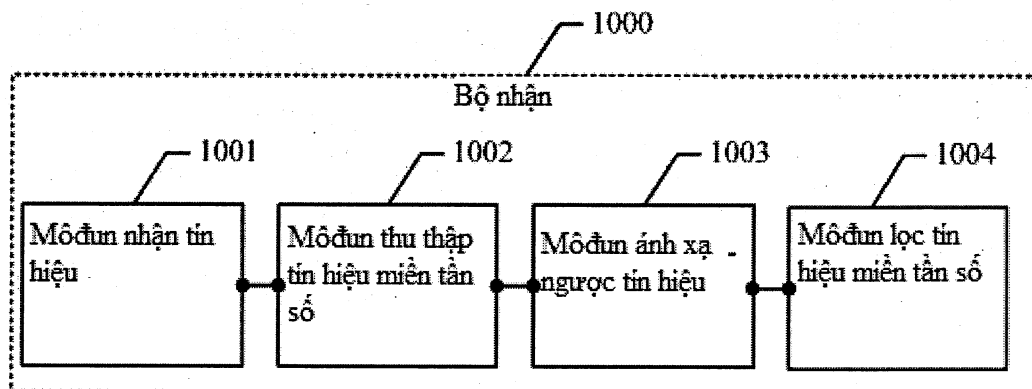


Fig.10D

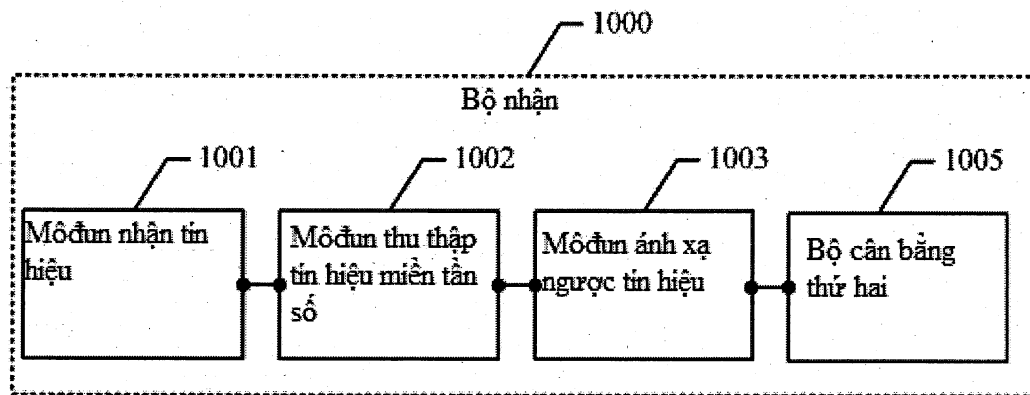


Fig.10F

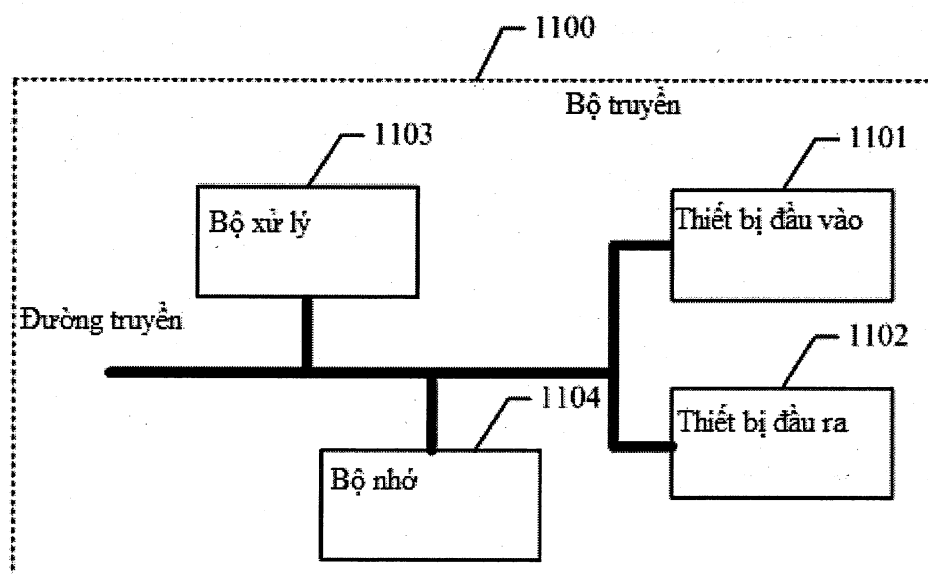


Fig.11

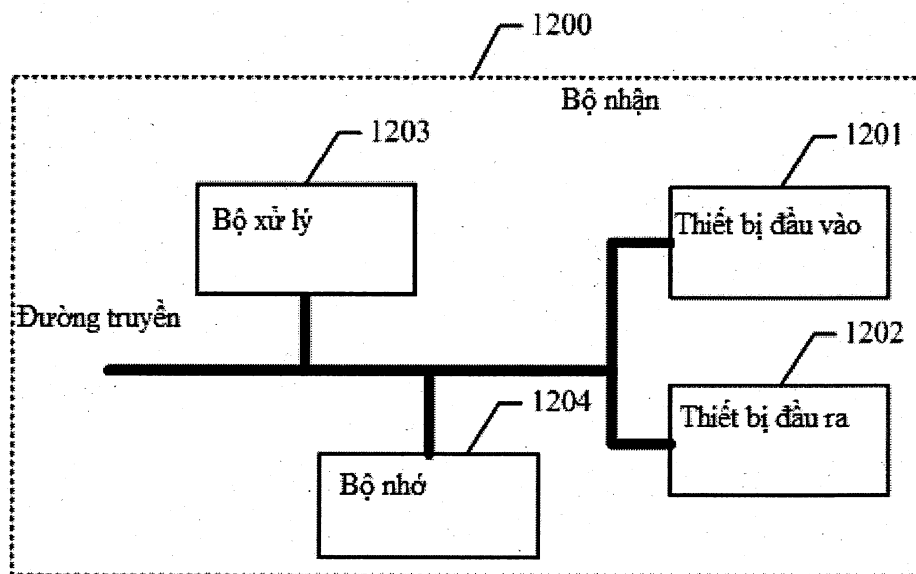


Fig.12