



(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)



1-0041209

(51)^{2020.01} H04J 13/00

(13) B

(21) 1-2021-05250

(22) 24/02/2020

(86) PCT/FR2020/050345 24/02/2020

(87) WO2020/174167 03/09/2020

(30) 1902035 27/02/2019 FR

(45) 25/09/2024 438

(43) 25/03/2022 408

(73) TERNWAVES (FR)

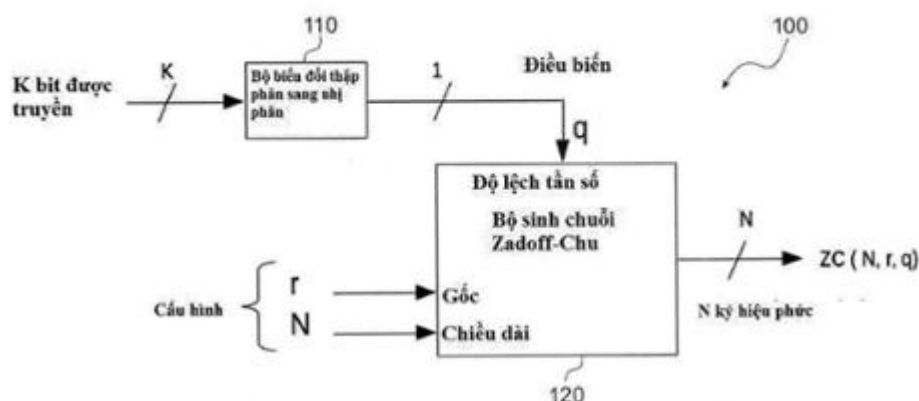
132 boulevard de la République Parc des Camélias - Bât.B 06400 CANNES, France

(72) CANONICI, Jean (FR).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ BỘ PHẬN ĐIỀU BIẾN/GIẢI ĐIỀU BIẾN, PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN DỮ LIỆU VÀ BỘ THU PHÁT

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị điều biến với các chuỗi Zadoff-Chu. Mỗi ký hiệu K nguyên được truyền được biến đổi thành chuỗi Zadoff-Chu có chiều dài định trước N và góc định trước r , và độ lệch tần số q của nó phụ thuộc vào ký hiệu K nguyên. Các giá trị gốc khác nhau có thể được sử dụng để tách riêng các phiên truyền thông liên kết lên và liên kết xuống riêng rẽ và đồng bộ hoặc không đồng bộ. Bộ phận điều biến được triển khai trong miền tần số. Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp và bộ phận giải điều biến cho phép các ký hiệu K nguyên vừa được truyền được khôi phục. Bộ phận giải điều biến có thể được triển khai trong miền thời gian hoặc miền tần số.



Lĩnh vực kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập chung đến lĩnh vực viễn thông số, và cụ thể hơn đến lĩnh vực sử dụng các kỹ thuật phổ trải rộng. Đặc biệt có thể áp dụng cho các hệ thống truyền thông không dây và Internet vạn vật (IoT).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự xuất hiện của các công nghệ vô tuyến tốc độ dữ liệu thấp và lan tỏa, được làm thích ứng với các đối tượng tiêu thụ công suất thấp, tự quản, gần đây đã kích hoạt sự phát triển của IoT. Hệ thống truyền thông không dây của mạng IoT phải tuân theo vài ràng buộc.

Trước hết, bộ thu của đối tượng được kết nối phải có độ nhạy cao do số lượng ít trạm cơ sở được khai thác và do vậy các vùng phủ sóng có kích thước lớn.

Thứ hai, bộ thu phát của đối tượng được kết nối phải đặc biệt đơn giản và hiệu quả về năng lượng để cho phép các khoảng thời gian tự quản trong vài năm.

Cuối cùng, hệ thống truy nhập vô tuyến phải khá mở trong phạm vi do trạm cơ sở (cũng được biết đến như là cổng nối IoT) phải có thể phục vụ số lượng lớn các đối tượng được kết nối.

IoT hiện phủ sóng các mạng rất đa dạng.

Vài mạng trong số đó (LTE-M, NB-IoT) sử dụng các công nghệ từ các hạ tầng tế bào hiện có. Tuy nhiên, kết quả là chúng trở nên quá phức tạp hoặc tiêu thụ nhiều năng lượng đối với các ứng dụng chung.

Các mạng khác phụ thuộc vào các công nghệ đặc biệt hoặc thậm chí là độc quyền, chẳng hạn, LoRa sử dụng điều biến phổ trải rộng chirp (Chirped Spread Spectrum, CSS) và SigFox sử dụng điều biến băng siêu hẹp (Ultra Narrow Band, UNB). Các công nghệ này hiệu quả về năng lượng và có thể đạt đến các ngưỡng nhận cực thấp, và do vậy phủ sóng rất rộng.

Tuy nhiên, các công nghệ cụ thể này có các giới hạn về dung lượng, tức là, số lượng người dùng có thể được phục vụ đồng thời trong cùng vùng phủ sóng, do sự suy giảm tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm cộng can nhiễu ảnh hưởng đến truyền thông. Cụ thể, số lượng lớn các xung đột không được giải quyết giữa các tín hiệu CSS trong hệ thống LoRa, thậm chí khi các hệ số lan rộng phổ (SF) khác nhau được sử dụng, là rào cản đối với việc khai triển các LPWAN lớn dựa trên công nghệ này hoặc thậm chí đối với việc khai triển các mạng bởi các nhà khai thác khác nhau. Cuộc thảo luận về các giới hạn này sẽ được tìm thấy đặc biệt trong tài liệu của D. Croce *et al.* có nhan đề “Impact of LoRa imperfect orthogonality: analysis of link-level performance” được công bố trong IEEE Communication Letters, Vol. 22, No. 4, April 2018, pp. 796-799.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do vậy, mục đích của sáng chế đề cập đến phương pháp điều biến (và bộ điều biến được liên kết) trở nên thích ứng cụ thể với các giới hạn của các mạng IoT và tạo độ mạnh lớn hơn với can nhiễu truyền thông ngoài. Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp giải điều biến tương ứng (và bộ giải điều biến liên kết). Cuối cùng, phương pháp truyền dữ liệu cũng được đề xuất, tận dụng phương pháp điều biến đang diễn ra để giảm can nhiễu giữa các truyền thông của những người dùng khác nhau.

Sáng chế được định nghĩa bởi phương pháp điều biến các ký hiệu K nguyên cần được truyền trên kênh truyền, trong đó mỗi ký hiệu K nguyên được biến đổi thành chuỗi Zadoff-Chu, được liên kết với ký hiệu đó, chuỗi Zadoff-Chu có độ dài N , gốc r và độ lệch tần số q trong đó N là số nguyên dương sao cho $\log_2 N \geq K$, r là số nguyên sao cho $r > 1$ và nguyên tố với N , q là số nguyên tương đối, và hai ký hiệu K nguyên bất kỳ trong các ký hiệu nêu trên được liên kết với các chuỗi Zadoff-Chu có các độ lệch tần số riêng biệt, mỗi ký hiệu K nguyên được điều biến ở dạng chuỗi, có chiều dài lớn hơn hoặc bằng 2^K , của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên bất kỳ.

Theo phương án thực hiện thứ nhất, chuỗi của các phần tử phức liên tiếp bao gồm tất cả các phần tử của chuỗi Zadoff-Chu. Chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu có thể được chọn có lợi bằng lũy thừa của 2.

Theo phương án thực hiện thứ hai, chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu sẽ được chọn bằng số nguyên tố nhỏ nhất lớn hơn 2^K và chuỗi của các phần tử phức liên tiếp thu được sau đó bằng cách rút gọn chuỗi Zadoff-Chu bằng 2^K phần tử.

Tốt hơn nếu chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu được chọn lớn hơn hiệu số giữa độ lệch tần số lớn nhất để điều biến các ký hiệu K nguyên và độ rộng thời gian của kênh truyền, được biểu diễn trong số lượng chu kỳ truyền của các phần tử của chuỗi này.

Các phần thực và ảo của các phần tử của chuỗi của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên lần lượt điều biến hai kênh mang tứ phương và tín hiệu được điều biến vừa thu được được truyền trên kênh truyền.

Theo cách khác, tín hiệu pha được tạo trong băng gốc, thu được dưới dạng pha của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên, và tín hiệu pha được biến đổi thành băng RF, tín hiệu RF vừa thu được được truyền trên kênh truyền.

Sáng chế cũng đề cập đến phương pháp truyền dữ liệu trên các phiên truyền thông đến và từ những người dùng khác nhau, trong đó dữ liệu cần được truyền được biến đổi thành các ký hiệu K nguyên, các ký hiệu K nguyên của những người dùng khác nhau được điều biến nhờ phương pháp điều biến, các gốc của chuỗi Zadoff-Chus được sử dụng để điều biến các ký hiệu K nguyên của hai người dùng khác nhau được chọn khác biệt và các chiều dài của chúng được chọn bằng chiều dài chung.

Các gốc được sử dụng để điều biến các ký hiệu K nguyên của hai người khác nhau được chọn có lợi sao cho giá trị tuyệt đối của hiệu số là nguyên tố cho chiều dài chung nêu trên.

Sáng chế cũng đề cập đến bộ phận điều biến để điều biến các ký hiệu K nguyên cần được truyền trên kênh truyền, thiết bị nêu trên bao gồm bộ biến đổi nhị phân sang thập phân biến đổi K bit của mỗi ký hiệu K nguyên thành giá trị

số nguyên riêng biệt, và bộ sinh chuỗi Zadoff-Chu, có độ dài chuỗi N và gốc r sao cho số nguyên r , $r > 1$ và nguyên tố với N , cũng như độ lệch tần số, q , dưới dạng các tham số đầu vào, bộ sinh nêu trên tạo, cho mỗi ký hiệu K nguyên, chuỗi có độ dài lớn hơn hoặc bằng 2^K , được tạo bởi các phần tử phức của chuỗi Zadoff-Chu có độ dài N , gốc r và độ lệch tần số bằng giá trị số nguyên được tạo bởi bộ biến đổi nhị phân sang thập phân nêu trên.

Sáng chế còn đề cập đến phương pháp giải điều biến tín hiệu biểu diễn chuỗi Zadoff-Chu được điều biến trong độ lệch tần số nhờ sử dụng phương pháp điều biến như nêu trên. Tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo chuỗi các mẫu phức, chuỗi của các mẫu phức nêu trên được tương quan bởi phép tương quan tuần hoàn với chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu để tạo kết quả tương quan tuần hoàn và vị trí thời gian của đỉnh tương quan trong môđun của kết quả tương quan tuần hoàn do vậy thu được được dò thấy, và cuối cùng độ lệch tần số q , tương ứng với vị trí thời gian này, được suy ra từ đó, độ lệch tần số nêu trên sau đó được biến đổi bởi bộ biến đổi thập phân sang nhị phân thành ký hiệu K nguyên.

Sáng chế cũng đề cập đến thiết bị giải điều biến tín hiệu biểu diễn chuỗi Zadoff-Chu được điều biến trong độ lệch tần số nhờ phương pháp điều biến như nêu trên.

Theo tùy chọn thứ nhất, tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo khối thứ nhất của các phần tử phức có kích thước N và bộ phận giải điều biến nêu trên bao gồm môđun DFT được tạo cấu hình để thực hiện DFT có kích thước N của khối thứ nhất của các phần tử phức để tạo khối thứ nhất của các phần tử tần số phức, số nhân để nhân từng số hạng các phần tử tần số phức của khối thứ nhất với các phần tử tần số phức của khối thứ hai thu được bằng liên hợp phức của DFT của chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu, bộ tính toán môđun để tính toán môđun của các kết quả nhân của các phần tử tần số phức thứ nhất và thứ hai, các giá trị môđun vừa thu được được so sánh trong bộ dò đỉnh tương quan để xác định vị trí tần số của đỉnh tương quan tuần hoàn, độ lệch tần số, q , tương ứng với vị trí tần số này được suy ra từ đó và được cấp cho bộ biến đổi thập phân sang nhị phân để tạo ký hiệu K nguyên.

Theo tùy chọn thứ hai, tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo khối thứ nhất của các phần tử phức có kích thước N và bộ phận giải điều biến bao gồm bộ tương quan tuần hoàn có kích thước N để tương quan tuần hoàn khối thứ nhất nêu trên với khối thứ hai, khối thứ hai nêu trên bao gồm chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu, bộ tính toán môđun tính toán môđun tương quan tuần hoàn và bộ dò đỉnh tương quan xác định, từ môđun này, vị trí thời gian của đỉnh tương quan tuần hoàn và suy ra độ lệch tần số, $\hat{q}$ tương ứng với vị trí thời gian này từ đó, sau đó độ lệch tần số này được cấp cho bộ biến đổi thập phân sang nhị phân để tạo ký hiệu K nguyên.

Sáng chế cuối cùng đề cập đến hệ thống bộ thu phát bao gồm bộ phận điều biến và ít nhất một bộ phận giải điều biến, như nêu trên.

Khi hệ thống bao gồm các bộ phận điều biến, mỗi bộ phận điều biến trong các bộ phận nêu trên tương ứng có lợi với giá trị gốc khác nhau, và/hoặc các bộ phận giải điều biến theo tùy chọn thứ nhất hoặc thứ hai, mỗi bộ phận giải điều biến trong các bộ phận nêu trên tương ứng với giá trị gốc khác nhau.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các đặc điểm và các ưu điểm khác của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng khi đọc phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế, được mô tả dựa vào các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ của bộ phận điều biến theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.2A và Fig.2B lần lượt là các hình vẽ thể hiện ví dụ về chuỗi Zadoff-Chu cơ sở và ví dụ của chuỗi Zadoff-Chu được điều biến;

Fig.3A, Fig.3B và Fig.3C lần lượt là các hình vẽ biểu diễn ma trận đỉnh tương quan tuần hoàn cho ba ví dụ về các họ chuỗi Zadoff-Chu;

Fig.4 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ khung truyền nhờ sử dụng phương pháp điều biến theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.5 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ chuỗi ký hiệu hoa tiêu được nhân với các phần tử của mã phủ sóng;

Fig.6 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ của bộ phận giải điều biến theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế;

Fig.7 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ bộ phận giải điều biến theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế;

Fig.8 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ thiết bị đồng bộ dò phần mào đầu có thể được sử dụng cùng với bộ phận giải điều biến theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig 9 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ bộ thu phát thứ nhất nhờ sử dụng bộ phận điều biến và bộ phận giải điều biến theo một phương án thực hiện sáng chế;

Fig.10 là hình vẽ thể hiện dưới dạng sơ đồ bộ điều biến phân cực có thể sử dụng trong bộ phát thứ hai theo một phương án thực hiện sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Ý tưởng cơ bản của sáng chế là thực hiện điều biến ký hiệu K nguyên sang tín hiệu bằng cách điều biến tần số độ lệch của chuỗi Zadoff-Chu, việc tách riêng giữa các truyền thông đồng bộ hoặc không đồng bộ, liên kết lên hoặc liên kết xuống khác nhau, thu được bằng cách chọn các gốc khác nhau.

Trước hết nhắc lại rằng chuỗi Zadoff-Chu có gốc r , chiều dài N và độ lệch tần số được định nghĩa bằng chuỗi của các phần tử phức:

$$ZC_N^{r,q}(k) = e^{-j\frac{\pi}{N}r(k+1+2q)k}, k = 0, \dots, N-1 \text{ nếu } N \text{ là số lẻ} \quad (1)$$

$$ZC_N^{r,q}(k) = e^{-j\frac{\pi}{N}r(k+2q)k}, k = 0, \dots, N-1 \text{ nếu } N \text{ là số chẵn} \quad (2)$$

trong đó N là số nguyên dương, q là số nguyên tương đối, $0 < r < N$ và r, N là số nguyên tố cùng nhau. Việc đưa vào các chuỗi Zadoff-Chu có thể được tìm thấy trong tài liệu bởi D.C. Chu có tên “Polyphase codes with good correlation properties”, IEEE Trans. Inform. Theory, vol. IT-18, pp. 531-532, July 1972.

Nếu các pha của các phần tử liên tục của chuỗi Zadoff-Chu được xem xét, có thể thấy rằng chúng bao gồm thành phần tuyến tính cũng như thành phần

cầu phương tùy thuộc vào chỉ số thời gian k . Thành phần tuyến tính tương ứng với độ lệch tần số $-q \frac{r}{N} f_s$ trong đó f_s là tần số mà ở đó các phần tử của chuỗi được tạo và phần tử cầu phương tương ứng với biến thể tuyến tính của tần số tức thời có độ lệch $-rf_s$ trên chiều dài của chuỗi.

Các chuỗi Zadoff-Chu (ZC) có một số đặc tính hữu ích đối với hệ thống truyền thông. Trước hết, chúng có biên độ không đổi (tất cả các phần tử của chuỗi ZC thuộc đường tròn đơn vị), phát sinh các tín hiệu được điều biến có PAPR thấp. Thứ hai, tự tương quan tuần hoàn của chuỗi ZC là hoàn hảo trong đó nó bằng 0 đối với độ lệch khác 0 bất kỳ (nói cách khác, hàm tự tương quan tuần hoàn của chuỗi ZC là hàm răng lược Dirac có chu kỳ N). Cuối cùng, tương quan chéo tuần hoàn của hai chuỗi ZC có cùng độ dài lẻ N và các gốc riêng biệt r, u với $|r-u|$ nguyên tố với N , làm hàm tuần hoàn có môđun bị giới hạn bởi $\sqrt{N}$. Ngoài ra, được thể hiện trong tài liệu của D.V. Sarwate có tiêu đề “Bounds on crosscorrelation and autocorrelation of sequences”, được xuất bản trong IEEE Trans. on Information Theory, Vol. IT-25, No. 6, Nov. 79, pp. 720-724 rằng giới hạn ở hàm tương quan chéo tuần hoàn là tùy chọn đối với chuỗi có hàm tự tương quan tuần hoàn hoàn hảo. Nói cách khác, không có các chuỗi tốt hơn chuỗi Zadoff-Chu liên quan đến các thuộc tính tự tương quan và tương quan chéo.

Trong cách ban đầu, đề xuất điều biến độ lệch tần số của chuỗi Zadoff-Chu để truyền từ có $K \leq \log_2 N$ bit. Cần lưu ý rằng độ lệch tần số của chuỗi ZC được lấy bằng 0 theo giải pháp kỹ thuật đã biết, đặc biệt khi được sử dụng để đồng bộ, như là trường hợp khi tạo các phần mào đầu trong hệ thống LTE (xem 3GPP TS 36.211, § 5.7.2 có tiêu đề “preamble sequence generation”).

Fig.1 biểu diễn dưới dạng sơ đồ bộ phận điều biến theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Bộ phận điều biến, 100, bao gồm bộ biến đổi nhị phân sang thập phân (BDC), 110, mà biến đổi từ có K bit cần được truyền, $\alpha_0, \dots, \alpha_{K-1}$ (trong đó α_0 là LSB và α_{K-1} là MSB) thành giá trị nguyên $q = \sum_{k=0}^{K-1} \alpha_k 2^k$. Giá trị nguyên này được tạo dưới dạng giá trị độ lệch tần số cho bộ sinh chuỗi Zadoff-Chu, 120.

Từ cần được truyền có thể thu được từ mã hóa kênh các ký hiệu thông tin, có thể sau khi chúng được đan xen. Theo cách khác, từ cần được truyền có thể là ký hiệu hoa tiêu cho kênh truyền.

Từ cần được truyền cũng có thể thu được từ mã hóa Gray các ký hiệu thông tin. Nhắc lại rằng, theo mã hóa này, hai từ nhị phân liên tiếp tạo các từ mã khác đi chỉ một bit.

Bộ sinh 120 còn nhận gốc r và chiều dài N của chuỗi cần được sinh làm các tham số đầu vào. Các tham số r và N có thể được tạo bởi bộ lập lịch tài nguyên truyền như được nêu sau đây.

Các phần tử phức của chuỗi Zadoff-Chu $ZC_N^{r,q}$ được tạo bởi bộ sinh 120, sau đó được sử dụng để điều biến kênh mang (RF hoặc IF) theo cách đã biết.

Lưu ý quan trọng rằng trong tất cả các trường hợp, chuỗi phần tử phức ở đầu ra của bộ điều biến là chuỗi Zadoff-Chu như nêu trên. Cụ thể là, không cần thực hiện hiệu chỉnh pha bất kỳ ở đầu ra của bộ sinh 120 và nhờ vậy cấu trúc của bộ điều biến đặc biệt đơn giản.

Như đã thấy ở trên, các số nguyên r và N được chọn là nguyên tố với nhau.

Theo tùy chọn thứ nhất, để tôn trọng ràng buộc này, số N được chọn là số nguyên tố. Trong trường hợp sau, giao thoa giữa hai phiên truyền có cùng chiều dài N , nhưng các gốc khác nhau r, u sẽ bị giới hạn bởi cùng giá trị, tỷ lệ với $\sqrt{N}$.

Tuy nhiên, tốt hơn nếu, đối với các nguyên nhân dễ triển khai, chuỗi $ZC_N^{r,q}$ được tạo bởi bộ sinh có thể được rút gọn xuống chiều dài $2^{K'} < N$ có $K' \geq K$, cụ thể là, có thể được rút gọn xuống chiều dài 2^K để thu được tốc độ tối ưu.

Theo tùy chọn có lợi thứ hai, đối với các nguyên nhân đơn giản hóa triển khai được nêu trước đó, số N sẽ được chọn bằng lũy thừa của 2, chẳng hạn, $N = 2^K$, sau đó gốc r là số lẻ, do vậy r và N là nguyên tố với nhau.

Ngoài ra, các gốc của các chuỗi ZC sẽ được chọn lớn hơn 1 ($r > 1$). Cần lưu ý rằng, trong trường hợp này, biến thể pha cho chuỗi ZC không được điều biến (tức là, với $q = 0$) hiển thị ít nhất một đoạn chồng phổ (aliasing) giữa các phần tử liên tiếp của chuỗi, nói cách khác, tần số tức thời có ít nhất một điểm gián

đoạn trên chiều dài của chuỗi. Thực tế, chuyển động quay pha giữa hai phần tử liên tiếp có thể được viết là:

$$\varphi(k+1) - \varphi(k) = -\frac{2\pi}{N} r(k+1) \text{ nếu } N \text{ là số lẻ} \quad (3-1)$$

$$\varphi(k+1) - \varphi(k) = -\frac{2\pi}{N} r(k + \frac{1}{2}) \text{ nếu } N \text{ là số chẵn} \quad (3-2)$$

Do vậy, nếu $r > 1$, chuyển động quay pha ở cuối chuỗi có thể vượt quá 2π .

Một cách tương đương, tần số tức thời có thể được biểu diễn là:

$$f(k) = \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi}{dk} = -\frac{r}{N} \cdot k \quad (4)$$

và, nếu $r > 1$, tần số tức thời có thể vượt quá tốc độ f_s mà ở đó các phần tử của chuỗi được tạo.

Như là ví dụ, các phần tử liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu không được điều biến đã được biểu diễn trong Fig.2A và các phần tử của cùng chuỗi, được điều biến bởi độ lệch tần số, đã được biểu diễn trên Fig.2B.

Trong trường hợp được minh họa, chiều dài của chuỗi là $N = 17$ và gốc của nó là $r = 4$. Cần lưu ý rằng chồng phổ pha thứ nhất xuất hiện giữa các phần tử thứ 5 và thứ 6, có các chuyển động quay pha giữa các phần tử liên tiếp sau đó tất nhiên dẫn đến aliasing, với quan hệ (3-1).

Tương tự, trên Fig.2B, chuỗi tương tự, thời gian này được điều biến với độ lệch $q=1$ đã được xem xét. Cần lưu ý rằng chồng phổ pha thứ nhất xuất hiện ở đây ngay khi dịch chuyển giữa phần tử thứ 4 và thứ 5.

Do vậy, đối với chuỗi ZC cơ sở tương tự, cần hiểu rằng các phân bố rõ ràng của các phần tử của chuỗi được điều biến thu được với các độ lệch tần số khác nhau.

Fig.3A biểu diễn dạng sơ đồ ma trận của các cực đại tương quan tuần hoàn của các chuỗi Zadoff-Chu ($q = 0$) không được điều biến có chiều dài $N = 521$ (số nguyên tố) và các gốc $r = 2, \dots, 520$. Nói cách khác, đối với hai chuỗi $ZC_N^{r,0}$ và $ZC_N^{r',0}$, con số biểu diễn trên tung độ cực đại trên τ của $\left[ZC_N^{r,0} *_{cyc} ZC_N^{r',0} \right](\tau)$ trong đó τ là dịch chuyển giữa hai chuỗi $ZC_N^{r,0}$ và $ZC_N^{r',0}$, và $*_{cyc}$ là tương quan tuần hoàn

có chiều dài N . Kiểm tra thực sự rằng cực đại (N) thu được trên đường chéo (các cực đại của các hàm tự tương quan) và rằng các hàm tương quan chéo tuần hoàn có môđun thấp (bị giới hạn bởi $\sqrt{N}$).

Fig.3B biểu diễn về mặt sơ đồ ma trận của các cực đại tương quan tuần hoàn của các chuỗi ZC không được điều biến ($q=0$) có độ dài $N=512$ và các gốc tương ứng $r=2, \dots, 511$. Cần lưu ý rằng một số chuỗi không thực tế là các chuỗi ZC trong phạm vi này do r và N không phải là nguyên tố với nhau.

Cần lưu ý rằng đường chéo của ma trận luôn bao gồm các giá trị lớn nhất (N) nhưng các cực đại của tương quan chéo tuần hoàn phụ thuộc chủ yếu vào cặp chuỗi $ZC_N^{r,0}, ZC_N^{r',0}$. Nhờ chọn thích hợp các giá trị của các gốc (đặc biệt các gốc vốn nguyên tố với N), dòng phụ của các hàm tương quan chéo tuần hoàn bị giới hạn bởi giá trị lớn nhất định trước thu được.

Fig. 3C là sơ đồ thể hiện ma trận của các cực đại tương quan tuần hoàn của các chuỗi ZC không được điều biến ($q=0$) có chiều dài bằng số nguyên tố $N=521$ nhưng được rút gọn xuống 512 phần tử. Có thể thấy rằng hiệu năng tự tương quan và tương quan chéo tuần hoàn chỉ bị suy giảm chút ít dựa vào hiệu năng được minh họa trên Fig.3A.

Nói chung, nếu cần chọn chuỗi có chiều dài bằng lũy thừa của 2, $P=2^K$, chuỗi ZC có chiều dài N bằng số nguyên tố nhỏ nhất lớn hơn P có thể được chọn và được rút gọn về P phần tử. Do vậy, các tổn hao hiệu năng sẽ là nhỏ nhất liên quan đến cả tốc độ lẫn mức độ tương quan chéo.

Do vậy, chẳng hạn, đối với chuỗi có độ dài 128, 256, 512, 1024, 2048, 4096, chuỗi ZC có chiều dài 131, 257, 521, 1031, 2053, 4099 sẽ lần lượt được chọn.

Chiều dài N của các chuỗi được sinh có thể được chọn làm hàm của các tiêu chí khác nhau, chẳng hạn, SNR (tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm), BER (tỷ lệ lỗi bit), tốc độ truyền được yêu cầu, hoặc thậm chí độ rộng thời gian của kênh truyền như được nêu sau đây.

Chính xác hơn, hệ số trải rộng (Spreading Factor, SF) không phải là gì khác ngoài N/K , lựa chọn giá trị cao của N cho phép BER được giảm cho giá trị SNR tương tự hoặc tuân theo tốc độ BER đối với các điều kiện SNR được suy

giảm. Tương tự, giá trị thấp của N cho phép băng thông truyền được giảm và tốc độ truyền được tăng.

Sau đó, đối với giá trị cụ thể của N , các gốc riêng rẽ được chọn cho các phiên truyền thông và can nhiễu của nó cần được giảm. Chẳng hạn, hai gốc riêng biệt có thể được gán cho hai phiên truyền thông trên kênh liên kết xuống, xuất phát từ trạm cơ sở ương tự và đến hai đối tượng được kết nối hoặc hai thiết bị đầu cuối được đặt trong vùng phủ sóng của trạm cơ sở này, bất kể liệu hai phiên truyền thông này đồng bộ hay không. Ngoài ra, hai gốc riêng biệt có thể được gán cho hai phiên truyền thông riêng biệt trên kênh liên kết xuống đến một và bộ thu tương tự.

Tương tự, đối với kênh liên kết lên, hai đối tượng được liên kết hoặc hai thiết bị đầu cuối có thể giao thoa có thể được gán các gốc riêng biệt.

Việc phân phối các chiều dài/các gốc chuỗi có thể được thực hiện động bằng bộ lập lịch. Trong một số trường hợp, bước lập lịch động có thể là ngầm. Chẳng hạn, nếu hai phiên truyền thông liên kết lên giao thoa, trạm cơ sở có thể thông báo các đối tượng được liên kết liên quan đến trường hợp này và ít nhất một trong số chúng có thể chuyển đổi sang gốc tiếp theo khác trong chuỗi gốc định trước, đã trở nên quen thuộc với cả đối tượng được kết nối và trạm cơ sở. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực có thể tạo các tùy chọn lập lịch khác nhau giữa các trạm cơ sở lân cận, theo chế độ tập trung hoặc phân tán, mà không xa rời phạm vi của sáng chế.

Theo phương án thực hiện, phiên truyền các gói có các ký hiệu K nguyên, tức là các từ có K bit, thường được thực hiện nhờ các khung truyền có cấu trúc được minh họa trên Fig.4.

Khung truyền bao gồm phần mào đầu, 410, và tải hữu ích, 420. Phần mào đầu chứa các ký hiệu hoa tiêu để kích hoạt bộ thu dò thấy bắt đầu của khung và được đồng bộ.

Chẳng hạn, các ký hiệu hoa tiêu sẽ được liên kết với độ lệch tần số dành riêng, q_0 , chẳng hạn $q_0 = 0$. Nói cách khác, trong trường hợp này, phần mào đầu của khung truyền sẽ chỉ bao gồm các chuỗi ZC không được điều biến.

Các ký hiệu hoa tiêu sẽ được dò thấy bằng bộ thu nhờ bộ tương quan thực hiện tương quan chạy (hoặc tương quan liên tục) trên tín hiệu được nhận. Chẳng hạn, việc lặp lại số lượng định trước, M , ký hiệu hoa tiêu có thể là bộ chỉ báo bắt đầu khung. Để dễ đồng bộ và dò thấy bắt đầu khung (hoặc thậm chí chuỗi khung), các ký hiệu hoa tiêu này có thể được nhân với các phần tử của mã phủ sóng có các thuộc tính tương quan không tuần hoàn tốt, chẳng hạn, các phần tử của mã Barker. Việc đồng bộ bộ thu bằng cách dò phần mào đầu sẽ được mô tả sau cùng với Fig.8. Việc đồng bộ bộ thu có thể được thực hiện đồng thời trong thời gian nhận của chuỗi của các khung, ở mỗi khung hoặc nói chung cứ mỗi J khung trong đó J là số nguyên định trước.

Fig.5 thể hiện chuỗi các ký hiệu hoa tiêu của phần mào đầu khung, lần lượt được nhân với M phần tử của mã phủ sóng, được ký hiệu là $CC(1), \dots, CC(M)$. Nói cách khác, chuỗi ZC thứ nhất, tương ứng với ký hiệu hoa tiêu thứ nhất, được nhân với $CC(1)$, chuỗi ZC thứ hai, tương ứng với ký hiệu hoa tiêu thứ hai, được nhân với $CC(2)$, và v.v. cho đến chuỗi ZC cuối cùng, được nhân với $CC(M)$.

Chẳng hạn, các phần tử của mã Barker có độ dài $M=11$ được tạo bởi: $+1, +1, +1, -1, -1, -1, +1, -1, -1, +1, -1$

Khi nhận, các ký hiệu hoa tiêu riêng rẽ (vốn là các chuỗi ZC tương ứng với các ký hiệu hoa tiêu này), được nhân với các phần tử mã phủ sóng tương tự trước hoặc sau tương quan liên tục. Khi các phần tử mã phủ sóng được căn chỉnh hoàn chỉnh với các ký hiệu hoa tiêu, kết quả tương quan có cực đại.

Tải tin của khung truyền bao gồm các chuỗi ZC được điều biến với các từ K nguyên cần được truyền. Cũng có thể bao gồm tiêu đề điều khiển và các chuỗi ZC được điều biến bởi các ký hiệu CRC.

Mặc dù các ký hiệu K nguyên được truyền liên tục và do vậy các chuỗi ZC được điều biến bởi các ký hiệu này cũng tiếp theo nhau ở bộ truyền, kênh truyền có thể, nếu nó là kênh đa tuyến, phát sinh can nhiễu ngoài ký hiệu. Nói cách khác, bản sao của chuỗi ZC được điều biến bởi ký hiệu thứ nhất có thể được chồng chập ở bộ thu có chuỗi ZC được điều biến bởi ký hiệu thứ hai.

Để giảm can nhiễu ngoài ký hiệu, chuỗi có độ dài N sẽ được chọn một cách có lợi sao cho:

$$N - \Delta > q_{\max} \quad (5)$$

trong đó Δ là độ rộng thời gian của kênh truyền và $q_{\max}$ là độ lệch tần số lớn nhất để điều biến các ký hiệu K nguyên, đều được biểu diễn trong số lượng chu kỳ sinh phần tử của chuỗi ZC. Ngoài ra, miễn là phần chồng lấp giữa các ký hiệu liên tục, do độ lan rộng kênh truyền, có khoảng thời gian ngắn hơn khoảng thời gian $(N - 2^K)$ của phần dư của chuỗi ZC, các ký hiệu được đề cập có thể được khôi phục mà không đánh mất thông tin.

Fig.6 thể hiện dưới dạng sơ đồ bộ phận giải điều biến theo phương án thực hiện thứ nhất của sáng chế.

Phương án thực hiện thứ nhất tương ứng với việc triển khai bộ tương quan tuần hoàn trong miền tần số.

Bộ giải điều biến nhận tín hiệu tương ứng với khung của các ký hiệu như nêu trên, tức là nhóm chuỗi ZC thu được bằng cách điều biến các ký hiệu này.

Bộ giải điều biến, 600, bao gồm môđun FFT, 610, để thực hiện FFT có kích thước N (bằng chiều dài của chuỗi ZC) trên tín hiệu được nhận, được lấy mẫu trước đó (bởi hai đồng hồ cầu phương) ở tần số f_s mà ở đó các phần tử của các chuỗi ZC được tạo. Kết quả của FFT là khối của N giá trị phức.

Việc dò thấy bắt đầu khung và các chuỗi ZC đạt được nhờ nhóm các ký hiệu hoa tiêu trong phần mào đầu. Giả sử rằng bộ thu đã tự đồng bộ trước đó nhờ dò phần mào đầu như được nêu sau đó.

Bộ giải điều biến bao gồm bộ sinh cực bộ của chuỗi ZC tham chiếu, 605, giống hệt bộ sinh hiện có trong bộ điều biến trên Fig.3 hoặc Fig.4. Bộ sinh cực bộ được tạo tham số bằng chiều dài N của chuỗi ZC, gốc r được sử dụng để truyền thông và, nếu có thể áp dụng, độ lệch tần số q_0 , dành cho các ký hiệu hoa tiêu. Gốc r được sử dụng để truyền thông có thể được cấp bởi bộ dò phần mào đầu được nêu sau đây.

Môđun DFT 615, kích hoạt DFT có kích thước N được thực hiện trên khối của các phần tử của chuỗi ZC được tạo bởi bộ sinh cục bộ, 605. Khi N là lũy thừa của 2, DFT sẽ được thực hiện nhờ sử dụng FFT.

Khối của N giá trị phức thu được trong miền tần số được liên hợp trong môđun liên hợp, 625, trước khi được nhân từng số hạng ở bước 620 với khối của N giá trị phức từ môđun DFT, 610.

Các môđun của N giá trị phức này được tính toán ở bước 630 và được so sánh bằng bộ dò đỉnh tương quan 640. Nói cách khác, bộ dò đỉnh 640 xác định độ lệch tần số tương ứng với giá trị phức môđun lớn nhất trên khối được nhận.

Do đỉnh tương quan tuần hoàn của hai chuỗi ZC có cùng chiều dài N , cùng gốc r và các độ lệch tần số q, ℓ có giá trị $|\rho[ZC_{r,q}^N, ZC_{r,\ell}^N]| = N\delta(q - \ell)$, sự phân biệt đỉnh này rất hiệu quả, thậm chí có mặt các chuỗi ZC được rút gọn. Do vậy, bộ dò 640 xác định:

$$\hat{q} = \arg \max_q \left(|\rho[ZC_{r,q}^N, \sigma]| \right) \quad (6)$$

trong đó σ là chuỗi N của các mẫu được nhận bởi bộ giải điều biến và ρ là phép toán tương quan tuần hoàn.

Độ lệch tần số này cuối cùng được biên dịch thành từ có K bit, $\hat{\alpha}_0, \dots, \hat{\alpha}_{K-1}$ trong bộ biến đổi thập phân sang nhị phân (được ký hiệu bằng bộ giải ánh xạ bit trên hình vẽ), 650.

Cần lưu ý rằng bộ sinh, 605 sẽ có thể tạo các chuỗi tham chiếu cho tất cả các giá trị khả thi của r và, nếu áp dụng được, N .

Chuỗi tham chiếu có thể là chuỗi ZC bất kỳ có cùng chiều dài và cùng gốc như được truyền bởi bộ truyền miễn là độ lệch tần số có thể được xác định tương đối với chuỗi được sử dụng để sinh tần số tham chiếu. Do vậy, chẳng hạn, chuỗi tham chiếu có thể là chuỗi ZC không được điều biến hoặc chuỗi ZC tương ứng với ký hiệu hoa tiêu (và do vậy độ lệch q_0).

Trong tất cả các trường hợp, tập hợp bao gồm bộ sinh chuỗi tham chiếu, 605, môđun DFT, 615, và môđun liên hợp, 625, có thể được thay thế bằng bộ nhớ đơn giản được đánh địa chỉ bằng chiều dài N , gốc r và, nếu áp dụng được, độ lệch tần số tham chiếu. Giá trị được lưu trữ trong bộ nhớ ở địa chỉ này sẽ

đơn giản là $\left(\widetilde{ZC}_{r,q^0}^N(v)\right)^*$, trong đó $\widetilde{ZC}_{r,q^0}^N(v)$ là giá trị được tính bằng DFT của ZC_{r,q^0}^N , ở tần số v và z^* là hợp của z . Sau đó, các giá trị $\left(\widetilde{ZC}_{r,q^0}^N(v)\right)^*$ được đọc từ bộ nhớ đến lượt được cấp cho số nhân, 620.

Fig.7 biểu diễn dạng sơ đồ bộ phận giải điều biến theo phương án thực hiện thứ hai của sáng chế.

Phương án thực hiện thứ hai tương ứng với việc triển khai bộ tương quan tuần hoàn trong miền thời gian.

Tín hiệu được nhận bởi bộ giải điều biến 700 được lấy mẫu (bằng hai đồng hồ cầu phương) ở tần số f_s mà ở đó các phần tử của các chuỗi ZC được sinh. Kết quả là khối của N giá trị phức. Khối này được cấp cho bộ tương quan tuần hoàn, 710.

Ngoài ra, bộ tương quan tuần hoàn 710 nhận N phần tử liên tiếp của chuỗi ZC tham chiếu được sinh bởi bộ sinh cục bộ 705. Bộ sinh cục bộ này giống hệt với bộ sinh hiện có trong bộ điều biến trên Fig.1. Bộ sinh cục bộ được tạo tham số bởi chiều dài N của chuỗi ZC, gốc r được sử dụng để truyền thông và, nếu có thể áp dụng, độ lệch tần số q_0 , dành riêng cho các ký hiệu hoa tiêu.

Các phần tử của chuỗi tham chiếu ZC được cấp cho bộ tương quan tuần hoàn 710. Các kết quả tương quan tuần hoàn (tương ứng với các thời gian trễ khác nhau trong miền thời gian) là môđun được tính toán ở bước 730 và giá trị môđun lớn nhất trên khối được xác định bằng bộ dò đỉnh tương quan 740. Bộ dò đỉnh 740 xác định vị trí của đỉnh tương quan tuần hoàn giữa chuỗi tham chiếu ZC và chuỗi ZC được nhận bởi bộ giải điều biến và suy ra độ lệch thời gian tương ứng từ đó.

Với định nghĩa về các chuỗi ZC, có thể thể hiện rằng hoán vị tuần hoàn của chuỗi ZC nhờ độ lệch thời gian dẫn đến độ lệch tần số:

Nếu N là giá trị lẻ:

$$ZC_N^{r,0}(k+q') = e^{-j\frac{\pi}{N}r(k+q'+1)(k+q')} = e^{-j\frac{\pi}{N}r[(k+2q'+1)k+(q'+1)q']} = e^{jq_0} e^{-j\frac{\pi}{N}rk(k+2q'+1)} \quad (7-1)$$

trong đó $e^{jq_0} = e^{-j\frac{\pi}{N}r(q'+1)q'}$ là số hạng pha hằng số dọc theo chuỗi.

Tương tự, nếu N là giá trị chẵn:

$$ZC_N^{r,0}(k+q') = e^{-j\frac{\pi}{N}r(k+q')(k+q')} = e^{-j\frac{\pi}{N}r[k^2+2q'k+q'^2]} = e^{j\phi_0} e^{-j\frac{\pi}{N}r(k+2q')k} \quad (7-2)$$

trong đó $e^{j\phi_0} = e^{-j\frac{\pi}{N}rq'^2}$ là số hạng pha hằng số dọc theo chuỗi.

Do thực hiện dò trên môđun của kết quả tương quan tuần hoàn, cần hiểu rằng độ lệch thời gian, q' , (được biểu diễn theo số lượng chu kỳ $T_s = 1/f_s$) dẫn đến độ lệch trong tần số q' (được biểu diễn theo các số gia $\frac{r}{N}f_s$). Nói cách khác, đối với cùng tín hiệu được nhận, giá trị độ lệch thời gian được cấp bởi bộ dò đỉnh 740 (được biểu diễn theo số lượng chu kỳ $T_s = 1/f_s$) sẽ giống hệt với giá trị độ lệch tần số được tạo bởi bộ dò đỉnh 640.

Bộ biến đổi thập phân sang nhị phân 750 (được gọi là bộ giải ánh xạ bit trên hình vẽ) biến đổi giá trị độ lệch này thành số nhị phân, $\hat{\alpha}_0, \dots, \hat{\alpha}_{K-1}$.

Cần lưu ý rằng bộ sinh 705 sẽ có thể sinh các chuỗi tham chiếu cho tất cả các giá trị khả thi của r và, nếu có thể, N .

Trong trường hợp bất kỳ, như trước đó, tập bao gồm bộ sinh chuỗi tham chiếu 705 có thể được thay thế bằng bộ nhớ đơn giản được đánh địa chỉ bằng chiều dài N , gốc r , độ lệch thời gian tham chiếu (hoặc tần số). Giá trị được lưu trữ trong bộ nhớ ở địa chỉ này sẽ đơn giản là $ZC_{r,q}^N(k)$. Các giá trị $ZC_{r,q}^N(k)$ được đọc từ bộ nhớ được cấp cho bộ tương quan tuần hoàn, 710.

Fig.8 biểu diễn dưới dạng sơ đồ thiết bị đồng bộ dò phân mào đầu có thể được sử dụng cùng với bộ phận giải điều biến theo sáng chế.

Chính xác hơn là, một mặt, thiết bị đồng bộ này có thể cấp cho bộ giải điều biến với gốc r được sử dụng để truyền thông, và mặt khác, thời điểm tương ứng với bắt đầu của khung, hoặc thậm chí của tải tin.

Bộ tương quan liên tục 820 nhận, trên đầu vào thứ nhất, dòng của các mẫu (phức) của tín hiệu được nhận và, trên đầu vào thứ hai, chuỗi mẫu tương ứng với bản sao của phần mào đầu.

Bản sao của phần mào đầu được tạo bằng môđun 810 từ các chuỗi ZC được sinh bởi bộ sinh cục bộ 805. Bộ sinh cục bộ 805 giống như bộ sinh 605 (hoặc 705) nêu trên và các tùy chọn tương tự cũng áp dụng. Môđun tạo phần mào đầu 810 ghép nối các chuỗi ZC của các ký hiệu hoa tiêu của phần mào đầu. Chẳng

hạn, nếu phần mào đầu bao gồm M ký hiệu hoa tiêu giống hệt lặp lại, môđun 810 sẽ lặp lại M lần chuỗi ZC của ký hiệu hoa tiêu đó. Ngoài ra, nếu phần mào đầu sử dụng chuỗi bao phủ Barker, môđun 810 sẽ nhân mỗi chuỗi ZC với phần tử mã tương ứng.

Dĩ nhiên, bộ sinh 805 và môđun 810 có thể được triển khai nhờ sử dụng bộ nhớ đơn giản được đánh địa chỉ bởi độ lệch tần số f_0 tương ứng với các ký hiệu hoa tiêu, gốc r và chiều dài N của chuỗi và số lượng M lần lặp của các ký hiệu hoa tiêu.

Bộ tương quan 820 thực hiện tương quan liên tục của chuỗi của các mẫu của tín hiệu được nhận với chuỗi của các mẫu của phần mào đầu được cấp bởi môđun 810. Nói cách khác, ở mỗi chu kỳ T_s , bộ tương quan tính toán kết quả tương quan của MN mẫu mào đầu với MN mẫu tín hiệu cuối cùng.

Môđun của các kết quả tương quan này được tính toán ở các kết quả tương quan này được tính toán ở bước 830 và bước dò đỉnh tương quan được thực hiện ở bộ dò 840. Thực tế, bộ dò so sánh giá trị môđun được cấp bởi bước 830 có ngưỡng định trước nhỏ hơn N .

Bộ dò cấp vị trí thời gian của đỉnh tương quan, chỉ báo bắt đầu của phần mào đầu và do vậy của khung. Sau đó, bộ giải điều biến có thể khóa ở đầu của tải tin để giải điều biến các ký hiệu thông tin.

Ngoài ra, nếu gốc r không quen với bộ thu, thiết bị đồng bộ có thể thực hiện tìm kiếm song song hoặc tuần tự trên các phần mào đầu được tạo từ các giá trị của các gốc thuộc tập hợp các gốc khả thi hoặc thậm chí tập hợp con của các gốc (chẳng hạn, nếu tập hợp của các gốc là phân cấp và bộ thu có hiểu biết tiên nghiệm về nhánh cây trong đó đặt gốc). Bằng cách tìm kiếm tuần tự, nghĩa là thực hiện tương quan với tốc độ R_f , trên R gốc cần được kiểm tra. Bằng cách tìm kiếm song song, nghĩa là thực hiện song song tương quan trên R nhánh, mỗi nhánh được liên kết với một trong R gốc cần được kiểm tra. Trong trường hợp bất kỳ, các kết quả tương quan được xử lý bằng bộ dò 840. Sau đó, bộ dò xác định cả giá trị gốc (tạo đỉnh tương quan) và bắt đầu của phần mào đầu (từ vị trí này của đỉnh).

Fig.9 thể hiện sơ đồ bộ thu phát thứ nhất nhờ sử dụng bộ phận điều biến và bộ phận giải điều biến theo một phương án thực hiện sáng chế.

Bộ thu phát 900 có thể được phù hợp với trạm cơ sở hoặc đối tượng được kết nối, chẳng hạn.

Nó bao gồm bộ phận điều biến, 910, theo phương án thực hiện như được mô tả cùng với Fig.1. Bộ phận điều biến biến đổi các ký hiệu K nguyên cần được truyền vào các chuỗi ZC, ký hiệu K nguyên được biến đổi thành độ lệch tần số của chuỗi ZC. Các phần tử phức của chuỗi ZC được tạo bởi bộ phận điều biến ở tốc độ f_s . Phần thực của các phần tử phức này được cấp cho kênh trong pha và phần ảo cho kênh cầu phương, mỗi kênh thường bao gồm bộ lọc thông thấp 920 và bộ khuếch đại băng gốc 930. Các tín hiệu I và Q của các kênh này lần lượt được kết hợp với hai tín hiệu kênh mang cầu phương trong bộ điều biến cầu phương, 940. Các tín hiệu kênh mang được tạo bởi bộ dao động hình sin có tần số ổn định 950. Tín hiệu RF ở đầu ra của bộ điều biến cầu phương được khuếch đại trong bộ khuếch đại công suất 960, và sau đó được truyền bằng anten 980, qua bộ song công 970.

Khi nhận, tín hiệu anten được nhận qua bộ song công 970 được khuếch đại bởi bộ khuếch đại nhiễu thấp (LNA), 965, và sau đó được giải điều biến cầu phương bởi bộ trộn cầu phương 945. Các tín hiệu I và Q ở đầu ra của bộ trộn được khuếch đại bởi các bộ khuếch đại 935, được lọc bởi các bộ lọc thông thấp 925 và sau đó được lấy mẫu ở tốc độ f_s . Các mẫu phức thu được được cấp cho bộ phận giải điều biến 915, theo phương án thực hiện thứ nhất, như được mô tả dựa vào Fig.6, hoặc theo phương án thực hiện thứ hai, như được mô tả dựa vào Fig.7.

Bộ điều biến cầu phương 940 trong bộ thu phát biến đổi trực tiếp trên Fig.9 sử dụng các phần thực và ảo của các phần tử của các chuỗi ZC cần được truyền. Thay cho bộ điều biến cầu phương, bộ điều biến phân cực có thể được sử dụng như được nêu sau đây.

Fig.10 thể hiện dưới dạng sơ đồ bộ điều biến phân cực có thể sử dụng trong phạm vi của bộ thu phát thứ hai theo một phương án thực hiện sáng chế.

Nói chung, trong bộ điều biến phân cực, các ký hiệu phức cần được truyền được biến đổi trong bộ biến đổi bằng gốc phân cực, 1020, thành tín hiệu đường bao (môđun của các phần tử phức) và tín hiệu pha (pha tức thời của các phần tử phức) là tín hiệu bằng gốc:

$$s(t) = A(t) \cos(2\pi f_0 t + \varphi(t)) \quad (8)$$

Trong đó $A(t)$ là tín hiệu đường bao và $\cos(2\pi f_0 t + \varphi(t))$ là tín hiệu pha. Sau đó, tín hiệu pha được biến đổi thành bằng RF nhờ bộ trộn 1050 trước khi được khuếch đại bởi bộ khuếch đại công suất 1060. Tín hiệu đường bao được làm trễ ở bước 1025 để bù các độ lệch trong thời gian lan truyền có thể tồn tại giữa nhánh biên độ và nhánh pha, và điều biến biên độ của tín hiệu RF, nhờ bộ điều biến đường bao 1040, bằng cách điều khiển độ lợi của bộ khuếch đại công suất. Sau đó, tín hiệu RF được điều biến được truyền bằng anten 1070.

Ở trường hợp trong đó, như theo sáng chế, chính là câu hỏi truyền các phần tử phức của chuỗi ZC, như được tạo bởi bộ điều biến 1010, cần hiểu rằng việc tạo tín hiệu đường bao sẽ không cần thiết trong phạm vi này do môđun của các phần tử này là không đổi và bằng 1. Độ trễ 1025 và bộ điều biến đường bao 1040 có thể được loại bỏ đơn giản và độ lợi của bộ khuếch đại công suất được gán bằng giá trị điểm được thiết lập.

Người có hiểu biết trung bình sẽ hiểu rằng, một cách đối xứng, bộ giải điều biến phân cực có thể được triển khai khi nhận.

Các kiến trúc thu phát RF ngoài các kiến trúc được minh họa trên các hình vẽ Fig.9 và Fig.10 có thể được xem xét thêm mà không xa rời phạm vi của sáng chế.

Dĩ nhiên, các bộ phận điều biến/giải điều biến cơ bản khác nhau có thể được bố trí trong cùng bộ thu phát để tách riêng các phiên truyền thông đến/từ những người dùng khác nhau. Như được nêu trước đó, sau đó, các bộ phận điều biến/giải điều biến này sẽ sử dụng các giá trị gốc riêng biệt. Một cách có lợi, đối với chiều dài chuỗi ZC bằng N , các giá trị gốc r_p , $p = 1, \dots, P$ sẽ được chọn sao cho $|r_p - r_{p'}|$ là nguyên tố với N , $\forall p, p'$.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều biến các ký hiệu K nguyên cần được truyền trên kênh truyền, khác biệt ở chỗ mỗi ký hiệu K nguyên được biến đổi thành chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu này, chuỗi Zadoff-Chu có độ dài N , gốc r và độ lệch tần số q trong đó N là số nguyên dương sao cho $\log_2 N \geq K$, r là số nguyên sao cho $r > 1$ và nguyên tố với N , q là số nguyên tương đối, và rằng hai ký hiệu K nguyên bất kỳ trong các ký hiệu này được liên kết với các chuỗi Zadoff-Chu có các độ lệch tần số rõ ràng, mỗi ký hiệu K nguyên được điều biến ở dạng chuỗi, có độ dài lớn hơn hoặc bằng 2^K , của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên nêu trên.
2. Phương pháp điều biến theo điểm 1, khác biệt ở chỗ chuỗi của các phần tử phức liên tiếp bao gồm tất cả các phần tử của chuỗi Zadoff-Chu.
3. Phương pháp điều biến theo điểm 2, khác biệt ở chỗ chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu bằng lũy thừa của 2.
4. Phương pháp điều biến theo điểm 1, khác biệt ở chỗ chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu được chọn bằng số nguyên tố nhỏ nhất lớn hơn 2^K và chuỗi của các phần tử phức liên tiếp thu được bằng cách rút gọn chuỗi Zadoff-Chu xuống 2^K phần tử.
5. Phương pháp điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, khác biệt ở chỗ chiều dài của chuỗi Zadoff-Chu được chọn lớn hơn hiệu số giữa độ lệch tần số lớn nhất để điều biến các ký hiệu K nguyên và độ rộng thời gian của kênh truyền, được biểu diễn bằng số lượng chu kỳ truyền của các phần tử của chuỗi đó.
6. Phương pháp điều biến theo điểm từ 1 đến 5, khác biệt ở chỗ phần thực và phần ảo của các phần tử của chuỗi của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên lần lượt điều biến hai kênh

mang tứ phương và tín hiệu được điều biến vừa thu được theo cách này được truyền trên kênh truyền.

7. Phương pháp điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, khác biệt ở chỗ tín hiệu pha được tạo trong băng cơ sở, thu được dưới dạng pha của các phần tử phức liên tiếp của chuỗi Zadoff-Chu được liên kết với ký hiệu K nguyên, và tín hiệu pha được chuyển biến thành băng RF, tín hiệu RF thu được theo cách này được truyền trên kênh truyền.

8. Phương pháp truyền dữ liệu trên các phiên truyền đến hoặc từ những người dùng khác nhau, khác biệt ở chỗ dữ liệu được truyền được biến đổi thành các ký hiệu K nguyên, các ký hiệu K nguyên của những người dùng khác nhau được điều biến nhờ phương pháp điều biến theo một trong các điểm nêu trên, các gốc của các chuỗi Zadoff-Chu được sử dụng để điều biến các ký hiệu K nguyên của hai người dùng khác nhau được chọn là khác nhau và các độ dài của chúng được chọn bằng độ dài chung.

9. Phương pháp truyền dữ liệu theo điểm 8, khác biệt ở chỗ các gốc được sử dụng để điều biến các ký hiệu K nguyên của hai người dùng khác nhau được chọn sao cho giá trị tuyệt đối của hiệu số của chúng là số nguyên tố đối với độ dài chung.

10. Bộ phận điều biến để điều biến các ký hiệu K nguyên cần được truyền trên kênh truyền, khác biệt ở chỗ bộ phận điều biến này bao gồm bộ biến đổi nhị phân sang thập phân (110) để biến đổi các bit K của mỗi ký hiệu K nguyên thành giá trị nguyên riêng biệt, và bộ sinh chuỗi Zadoff-Chu (120), có các tham số đầu vào là chiều dài chuỗi N và gốc r , chẳng hạn, số nguyên r , $r > 1$ và nguyên tố với N , cũng như độ lệch tần số q , q là số nguyên tương đối, bộ sinh này tạo, cho mỗi ký hiệu K nguyên, chuỗi có chiều dài lớn hơn hoặc bằng 2^K , được tạo bằng các phần tử phức của chuỗi Zadoff-Chu có chiều dài N , gốc r và độ lệch tần số bằng giá trị nguyên được tạo bởi bộ biến đổi nhị phân sang thập

phân, bộ sinh chuỗi Zadoff-Chu được tạo cấu hình sao cho hai ký hiệu K nguyên bất kỳ trong các ký hiệu được liên kết với các chuỗi Zadoff-Chu có các độ lệch tần số riêng biệt.

11. Phương pháp giải điều biến tín hiệu biểu diễn chuỗi Zadoff-Chu được điều biến trong độ lệch tần số nhờ phương pháp điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, khác biệt ở chỗ tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo chuỗi các mẫu phức, chuỗi các mẫu phức nêu trên được tương quan bởi phép tương quan tuần hoàn (710) với chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu để tạo kết quả tương quan tuần hoàn và vị trí thời gian của đỉnh tương quan trong môđun của kết quả tương quan tuần hoàn thu được sẽ được dò thấy (740), và độ lệch tần số được suy ra từ đó, $\hat{q}$ tương ứng với vị trí thời gian này, sau đó, độ lệch tần số được biến đổi bằng bộ biến đổi thập phân sang nhị phân (750) thành ký hiệu K nguyên.

12. Bộ phận giải điều biến tín hiệu biểu diễn chuỗi Zadoff-Chu được điều biến trong độ lệch tần số nhờ phương pháp điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo khối thứ nhất của các phần tử phức có kích thước N , khác biệt ở chỗ thiết bị nêu trên bao gồm môđun biến đổi Fourier rời rạc (DFT) (610) được tạo cấu hình để thực hiện DFT có kích thước N của khối thứ nhất của các phần tử phức để cấp khối thứ nhất của các phần tử tần số phức, bộ nhân (620) để nhân theo từng số hạng các phần tử tần số phức của khối thứ nhất với các phần tử tần số phức của khối thứ hai thu được bằng liên hợp phức của DFT của chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu, bộ tính toán môđun (630) để tính toán môđun của các kết quả nhân của các phần tử tần số phức thứ nhất và thứ hai, các giá trị môđun thu được theo cách này được so sánh trong bộ dò đỉnh tương quan (640) để xác định vị trí tần số của đỉnh tương quan tuần hoàn, và độ lệch tần số, $\hat{q}$, tương ứng với vị trí tần số này được suy ra, độ lệch tần số được cấp cho bộ biến đổi thập phân sang nhị phân (650) để tạo ký hiệu K nguyên.

13. Bộ phận giải điều biến tín hiệu biểu diễn chuỗi Zadoff-Chu được điều biến trong độ lệch tần số nhờ phương pháp điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, tín hiệu nêu trên là băng gốc được lấy mẫu để tạo khối thứ nhất của các phần tử phức có kích thước N , khác biệt ở chỗ bộ phận giải điều biến bao gồm bộ tương quan tuần hoàn (710) có kích thước N để tương quan tuần hoàn khối thứ nhất với khối thứ hai, khối thứ hai bao gồm chuỗi Zadoff-Chu tham chiếu, bộ tính toán môđun (730) để tính toán môđun của tương quan tuần hoàn nêu trên và bộ dò đỉnh tương quan (740) để xác định, từ môđun này, vị trí thời gian của đỉnh tương quan tuần hoàn và từ đó suy ra độ lệch tần số $\hat{f}$ tương ứng với vị trí thời gian này, độ lệch tần số được cấp cho bộ biến đổi thập phân sang nhị phân để tạo ký hiệu K nguyên.

14. Bộ thu phát khác biệt ở chỗ bộ thu phát bao gồm ít nhất một bộ phận điều biến theo điểm 10 và ít nhất một bộ phận giải điều biến theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 hoặc 13.

15. Bộ thu phát theo điểm 14, khác biệt ở chỗ bao gồm các bộ phận điều biến theo điểm 10, mỗi bộ phận điều biến trong các bộ phận nêu trên tương ứng với giá trị gốc khác nhau, và/hoặc các bộ phận giải điều biến theo điểm 12 hoặc 13, mỗi bộ phận giải điều biến trong các bộ phận nêu trên tương ứng với giá trị gốc khác nhau.

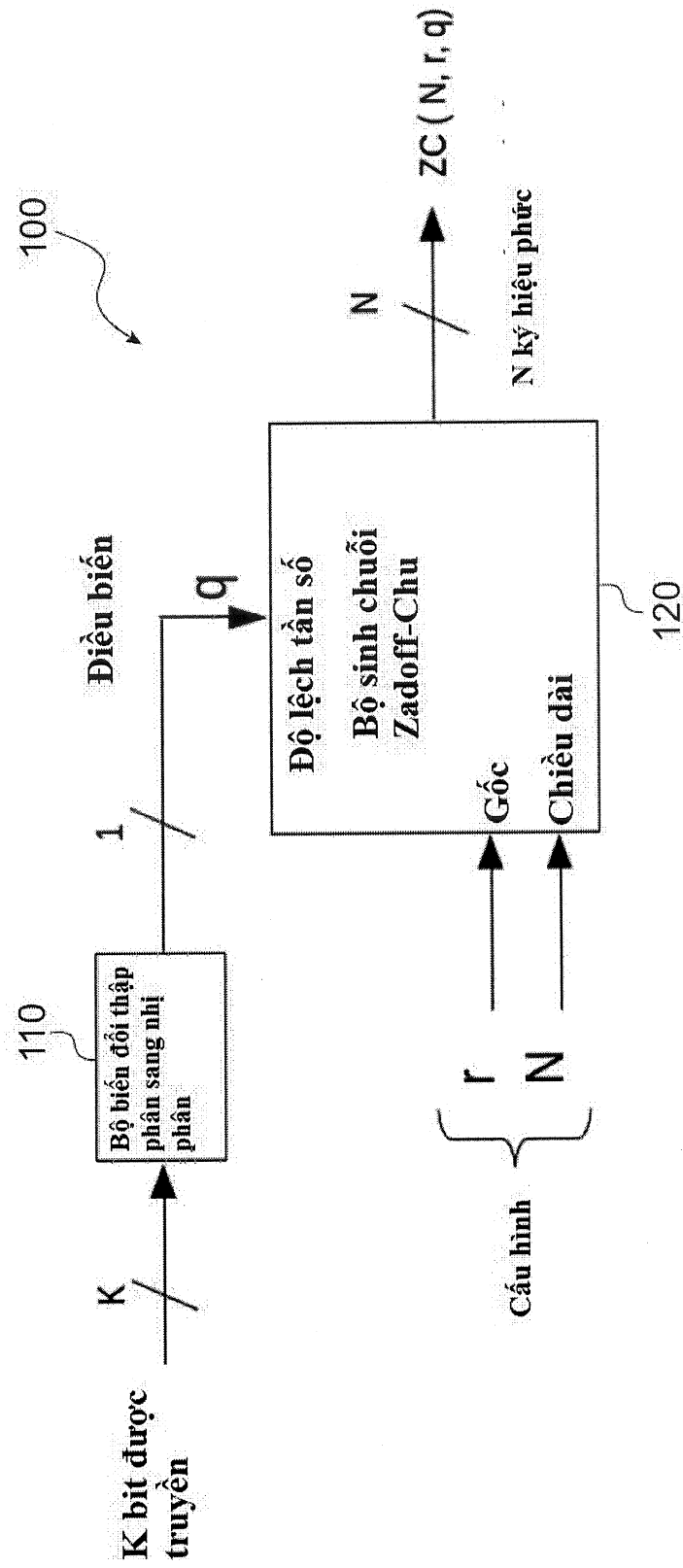


Fig.1

2/9

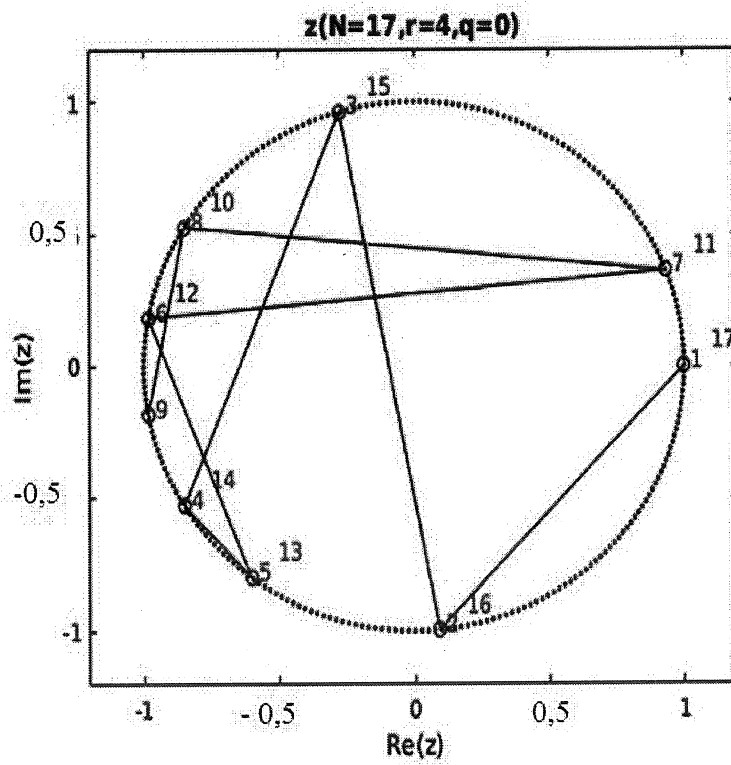


Fig.2A

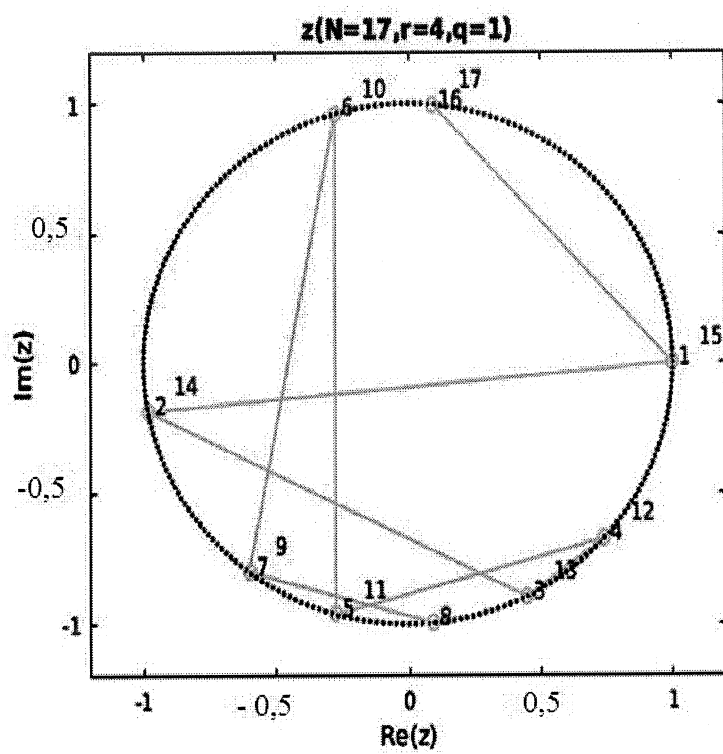


Fig.2B

3/9

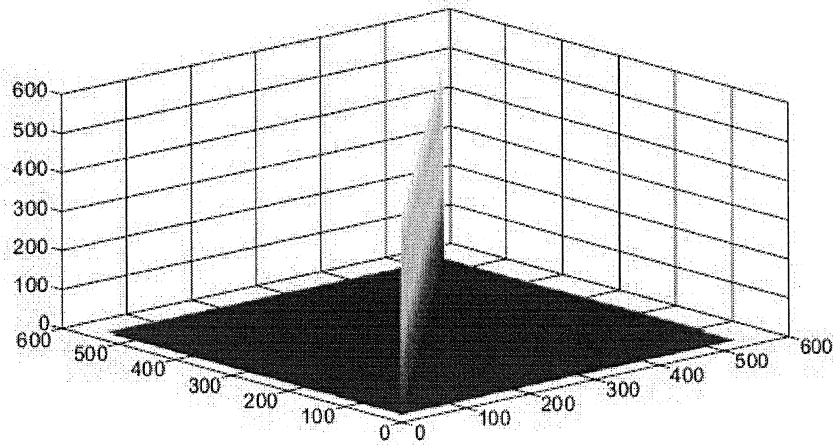


Fig.3A

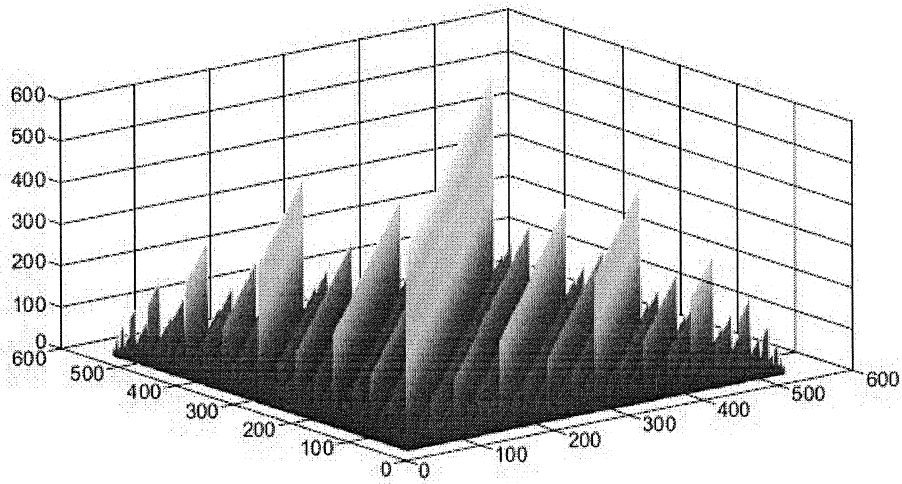


Fig.3B

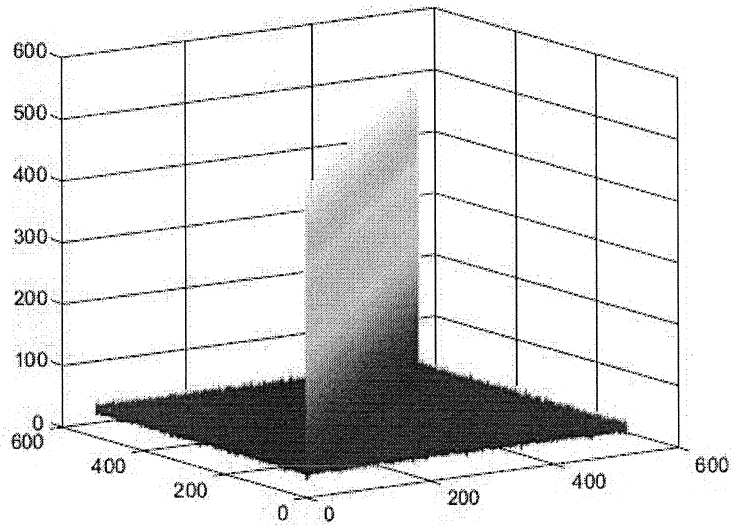


Fig.3C

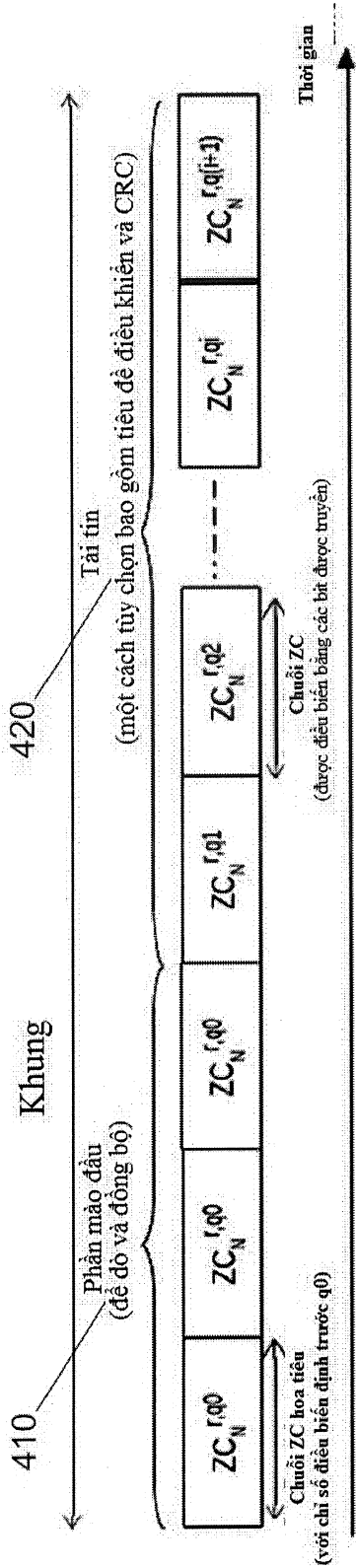


Fig.4

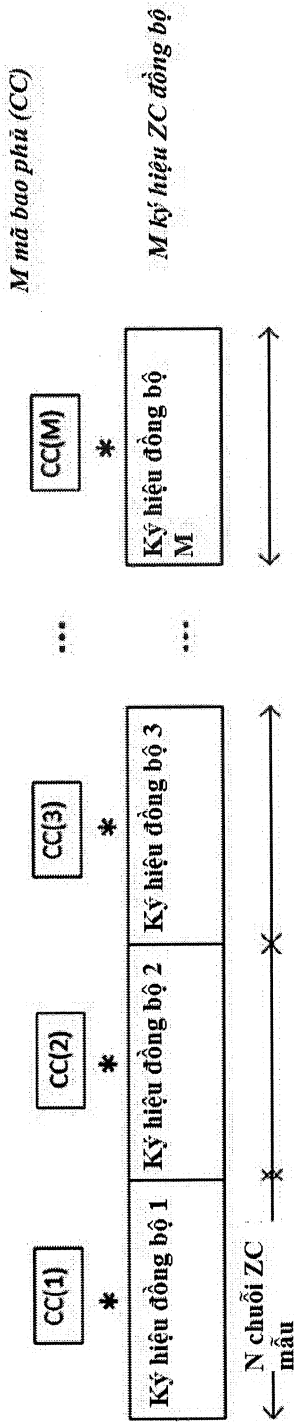


Fig.5

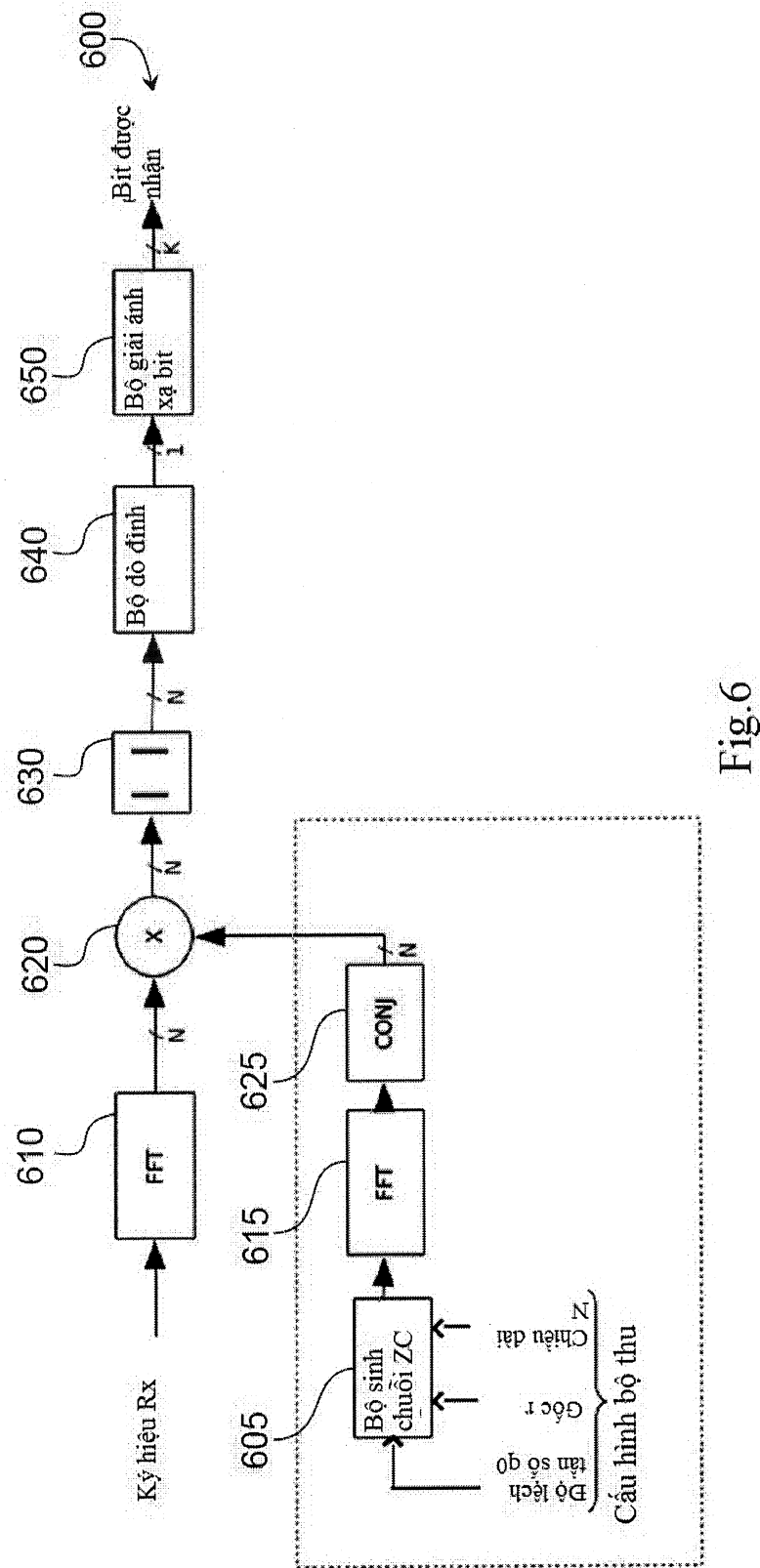


Fig.6

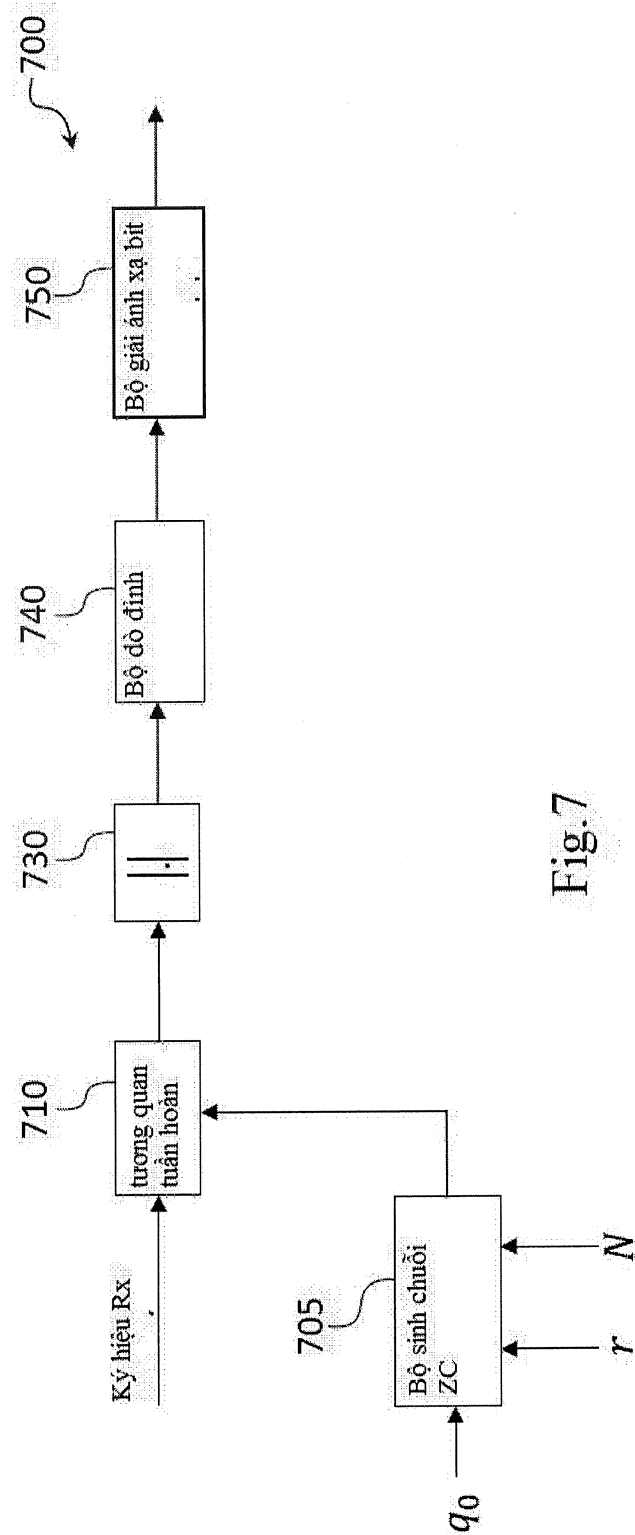


Fig. 7

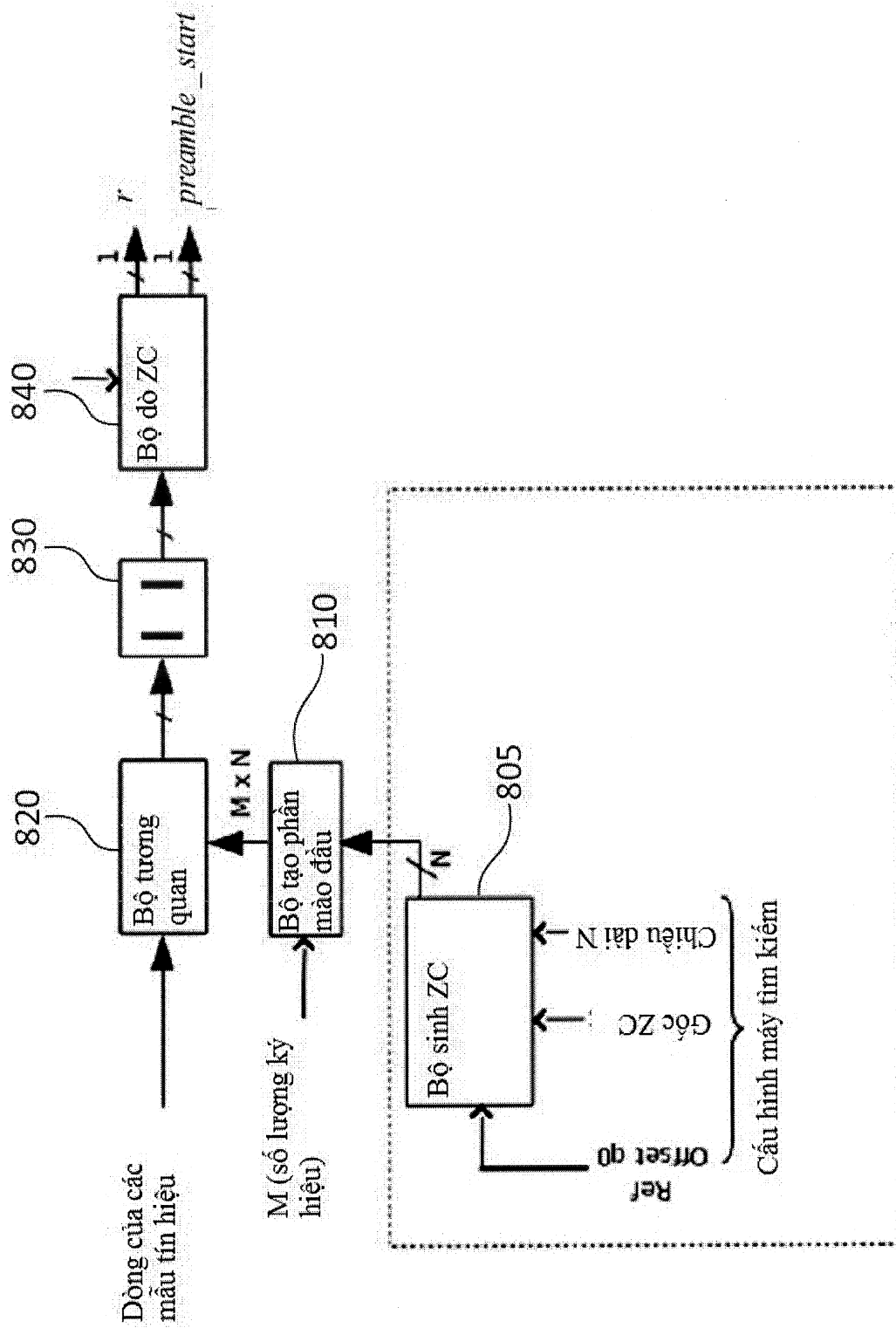


Fig.8

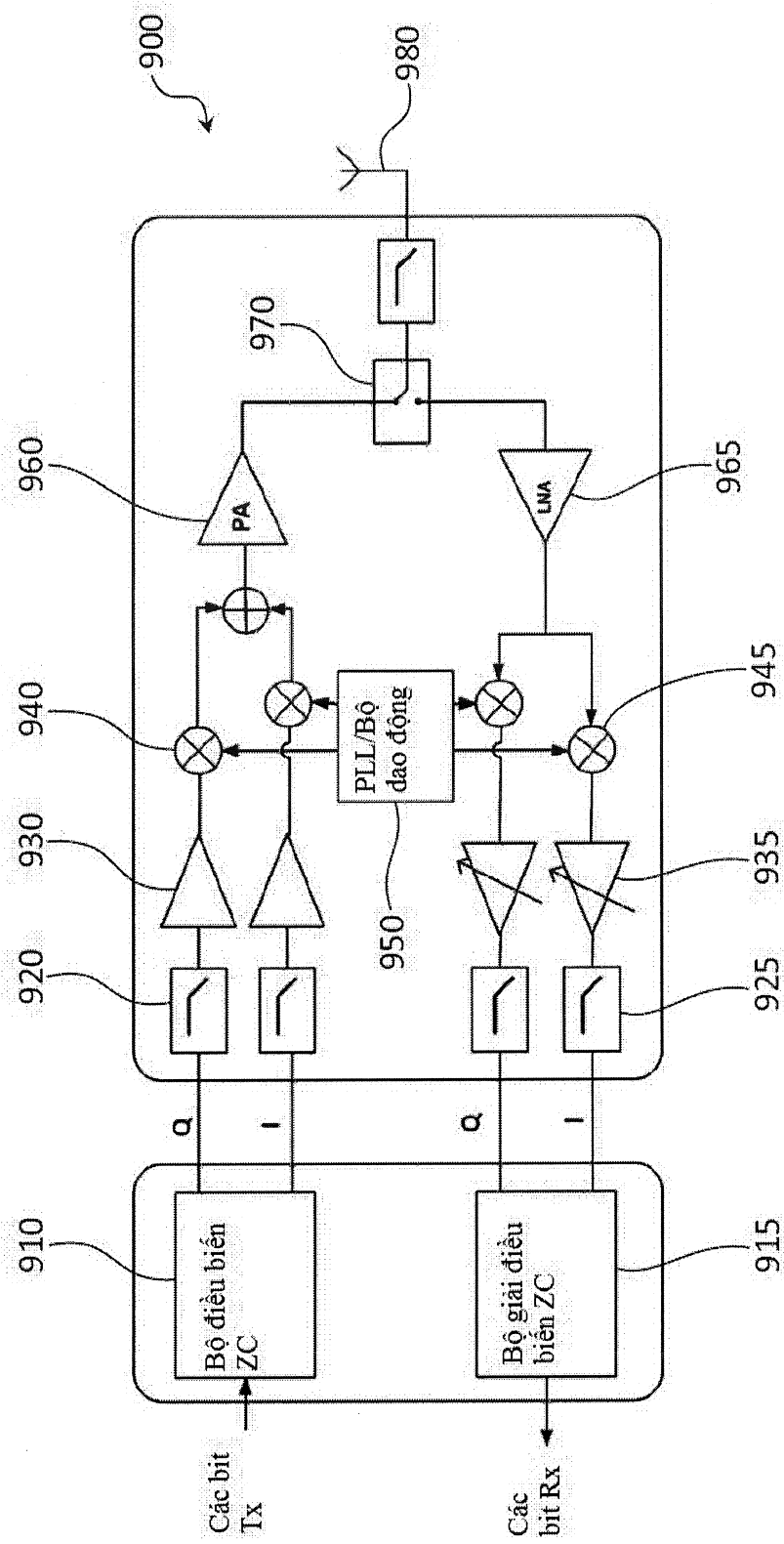


Fig.9

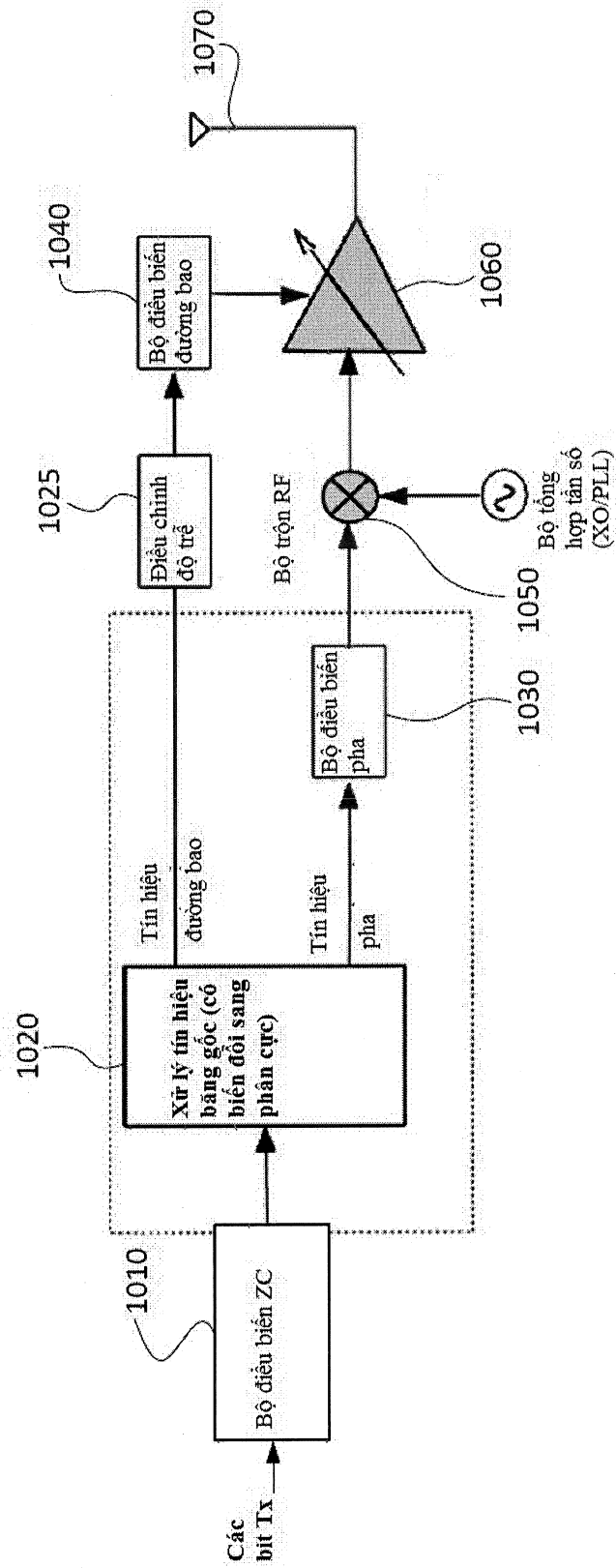


Fig.10