



(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)



1-0026634

(51)⁸ H04J 13/14; H04L 27/26; H04L 27/18

(13) B

(21) 1-2017-03081

(22) 09/03/2016

(86) PCT/US2016/021547 09/03/2016

(87) WO/2016/145070 15/09/2016

(30) 62/130,365 09/03/2015 US

(45) 25/12/2020 393

(43) 25/12/2017 357A

(73) ONE MEDIA, LLC (US)

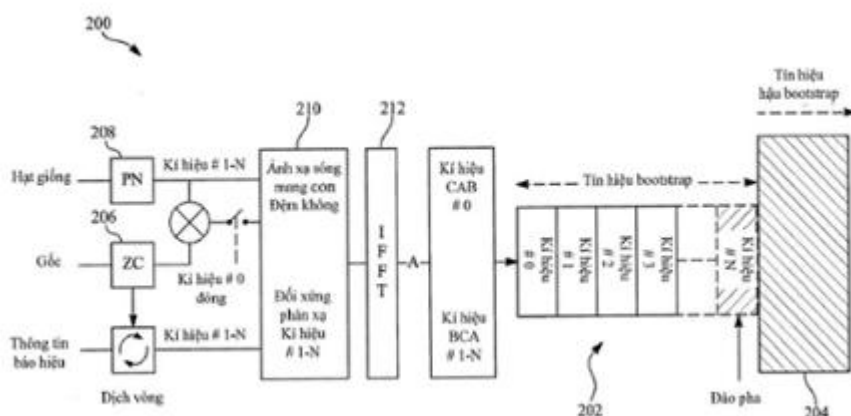
10706 Beaver Dam Road, Hunt Valley, Maryland 21030, United States of America

(72) SIMON, Michael J. (US); SHELBY, Kevin A. (US); EARNSHAW, Mark (CA);
KANNAPPA, Sandeep Mavuduru (IN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TRUYỀN THÔNG MỞ RỘNG ĐƯỢC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống truyền thông có thể mở rộng được. Hệ thống này bao gồm môđun thứ nhất để nhận giá trị chỉ số gốc và để tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị gốc này. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ hai để nhận giá trị hạt giống và để tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống này. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ ba để điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này và để tạo ra chuỗi phức. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ tư để dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian, trong đó môđun thứ tư này áp dụng thao tác dịch vòng đối với chuỗi miền thời gian này để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.



Lĩnh vực kĩ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực truyền thông không dây, cụ thể là đề cập đến cơ chế để cho phép dò tín hiệu và phát hiện dịch vụ một cách hiệu quả trong các mạng phát sóng.

Tình trạng kĩ thuật của sáng chế

Phổ tần phát sóng được chia thành các tần số khác nhau và được cấp phát giữa các nhà phát sóng khác nhau cho các mục đích sử dụng khác nhau ở các vùng miền địa lý khác nhau. Các tần số của phổ này được cấp phát dựa trên phép cấp cho các nhà phát sóng. Dựa trên sự cấp phát đó, một nhà phát sóng có thể bị giới hạn ở việc phát sóng một loại nội dung cụ thể, chẳng hạn tín hiệu truyền hình, trên tần số nhất định trong một bán kính địa lý nhất định. Việc phát sóng ngoài phổ được cấp phát có thể là một việc làm vi phạm của nhà phát sóng.

Nếu một nhà phát sóng muốn phát loại nội dung khác trong bán kính địa lý đó, thì nhà phát sóng đó có thể cần phải xin thêm giấy phép phổ tần, và đổi lại, sẽ được cấp phát thêm tần số trong tần số đó. Tương tự, nếu một nhà phát sóng muốn phát nội dung trong bán kính địa lý khác, thì nhà phát sóng đó có thể cần phải xin thêm giấy phép phổ tần cho vùng miền đó. Tuy nhiên, việc xin thêm các giấy phép phổ tần có thể gặp khó khăn, tốn thời gian, tốn tiền, và không thiết thực.

Ngoài ra, một nhà phát sóng có thể không phải lúc nào cũng tận dụng được hết phần phổ tần mà mình đã được cấp phép. Điều này có thể gây ra sự không hiệu quả trong việc tận dụng phổ tần phát sóng.

Ngoài ra, việc sử dụng dự tính đối với phổ tần phát sóng có thể thay đổi. Ví dụ, các giải pháp truyền hình được phát sóng hiện tại đều là nguyên khối

và được thiết kế cho dịch vụ số ít chủ yếu. Tuy nhiên, các nhà phát sóng có thể dự tính đến việc cung cấp nhiều loại nội dung trên nền không dây, ngoài dịch vụ truyền hình được phát sóng, trong tương lai, bao gồm dịch vụ phát sóng di động và các dịch vụ IoT (Internet of Things - Internet vạn vật). Cụ thể là, nhiều khi có một lượng lớn thiết bị có thể đều muốn nhận được dữ liệu giống nhau từ một nguồn chung, ngoài dịch vụ truyền hình được phát sóng ra. Một ví dụ là các dịch vụ truyền thông di động, trong đó một lượng lớn thiết bị truyền thông di động ở các vị trí địa lý khác nhau có thể đều muốn nhận được tín hiệu phát sóng chung mang nội dung giống nhau, chẳng hạn dữ liệu cập nhật phần mềm hoặc cảnh báo khẩn cấp. Trong các trường hợp đó, sẽ hiệu quả hơn đáng kể nếu phát quảng bá hoặc truyền đa điểm dữ liệu này đến các thiết bị đó thay vì báo hiệu riêng lẻ cùng một dữ liệu đó đến mỗi thiết bị. Do đó, giải pháp lai có thể được mong đợi.

Để tận dụng phổ tần phát sóng một cách hiệu quả hơn, thì các loại nội dung khác nhau có thể được ghép kênh theo thời gian với nhau trong một kênh RF (Radio Frequency - tần số vô tuyến) đơn. Ngoài ra, các tập hợp nội dung được phát khác nhau có thể cần được phát với các tham số mã hoá và truyền khác nhau, một cách đồng thời, hoặc theo cách ghép kênh phân chia theo thời gian (Time Division-Multiplexed - TDM), hoặc ghép kênh phân chia theo tần số (Frequency Division – Multiplexed - FDM), hoặc ghép kênh phân chia theo lớp (Layer Division-Multiplexed - LDM) hoặc tổ hợp những cách này. Lượng nội dung cần phát có thể thay đổi theo thời gian và/hoặc tần số.

Ngoài ra, nội dung mà có các mức độ chất lượng khác nhau (ví dụ, video độ phân giải cao, video độ phân giải tiêu chuẩn, v.v.) có thể cần được phát đến các nhóm thiết bị khác nhau mà có các đặc điểm kênh truyền dẫn khác nhau và các môi trường thu khác nhau. Trong các trường hợp khác, có thể cần truyền dữ liệu riêng theo thiết bị đến một thiết bị cụ thể, và các tham số

mà được dùng để mã hoá và truyền dữ liệu đó có thể phụ thuộc vào vị trí của thiết bị và/hoặc các điều kiện kênh truyền dẫn.

Đồng thời, nhu cầu về dữ liệu không dây tốc độ cao vẫn tiếp tục tăng lên, và mong muốn là có thể sử dụng các tài nguyên không dây khả dụng (chẳng hạn phần nhất định của phổ tần không dây) một cách hiệu quả nhất có thể, trên cơ sở có thể biến thiên theo thời gian.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Một hệ thống truyền thông có thể mở rộng được được nêu làm ví dụ sẽ được mô tả ở đây. Hệ thống này bao gồm môđun thứ nhất để nhận giá trị chỉ số gốc và để tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị gốc này. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ hai để nhận giá trị hạt giống và để tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống này. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ ba để điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này và để tạo ra chuỗi phức. Hệ thống này còn bao gồm môđun thứ tư để dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian, trong đó môđun thứ tư này áp dụng thao tác dịch vòng đối với chuỗi miền thời gian này để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.

Một phương pháp truyền thông có thể mở rộng được được nêu làm ví dụ sẽ được mô tả ở đây. Phương pháp này bao gồm bước nhận giá trị chỉ số gốc và tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị gốc này. Phương pháp này còn bao gồm bước nhận giá trị hạt giống và tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống này. Phương pháp này còn bao gồm bước điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này và tạo ra chuỗi phức. Phương pháp này còn bao gồm bước dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian và áp dụng thao tác dịch vòng đối với chuỗi miền thời gian này để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo thể hiện các cấu trúc mà, cùng với phần mô tả chi tiết dưới đây, mô tả các phương án ví dụ của sáng chế. Các phần tử giống nhau được biểu diễn bằng các số chỉ dẫn giống nhau. Cần hiểu rằng các phần tử mà được thể hiện dưới dạng một thành phần đơn lẻ là có thể được thay thế bằng nhiều thành phần, và các phần tử mà được thể hiện dưới dạng nhiều thành phần là có thể được thay bằng một thành phần đơn lẻ. Các hình vẽ này không được vẽ đúng tỉ lệ, và tỉ lệ của các phần tử nhất định có thể được phóng to ra nhằm mục đích thể hiện.

Fig.1 là hình vẽ thể hiện một mạng phát sóng được nêu làm ví dụ.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hệ thống ví dụ để tạo ra các kí hiệu bootstrap.

Fig.3 là hình vẽ thể hiện chòm điểm I/Q phức của ZC+PN.

Fig.4A và Fig.4B lần lượt là các hình vẽ thể hiện các hợp phần điều khiển khung được nêu làm ví dụ.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện báo hiệu kết thúc trường được nêu làm ví dụ.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện dạng sóng tín hiệu ví dụ được thể hiện trên Fig.1.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện hệ thống ví dụ để tạo ra các kí hiệu bootstrap.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện bộ tạo chuỗi PN ví dụ.

Fig.9 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ chuỗi miền tần số vào các sóng mang con.

Fig.10A và Fig.10B là các hình vẽ thể hiện các cấu trúc miền thời gian được nêu làm ví dụ.

Fig.11 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về việc tạo ra các kí hiệu bootstrap.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Được mô tả ở đây là giải pháp báo hiệu hiệu quả và có thể mở rộng được, cụ thể là tín hiệu bootstrap được thiết kế để cho phép dò và phát hiện dịch vụ, đồng bộ hệ thống, và cấu hình bộ thu một cách hiệu quả. Tín hiệu

bootstrap này có hai chức năng chính là: đồng bộ và báo hiệu để phát hiện dạng sóng được phát ra thông qua báo hiệu mức thấp để bắt đầu giải mã dạng sóng theo sau. Đó là dạng sóng chống nhiễu mà cung cấp khả năng mở rộng để tiến hoá theo thời gian. Cụ thể là, tín hiệu bootstrap này hoạt động cho hệ thống phát sóng hiện tại nhưng cũng cho phép hỗ trợ các dịch vụ mới, bao gồm dịch vụ phát sóng di động và các dịch vụ IoT.

Một hệ thống báo hiệu chống nhiễu sẽ cho phép phát hiện được tín hiệu trong môi trường có tạp âm cao, 'tỉ số sóng mang trên tạp âm' (Carrier to Noise Ratio - CNR) thấp, và môi trường có Doppler cao. Cần hiểu rằng có thể chỉ có tín hiệu bootstrap là có thể chống nhiễu tốt, còn dạng sóng thực tế đi theo tín hiệu bootstrap này có thể không chống nhiễu tốt bằng. Việc có tín hiệu bootstrap chống nhiễu sẽ cho phép các bộ thu đồng bộ, khoá và duy trì tình trạng khoá vào tín hiệu mà chúng đang thu trong các môi trường không lý tưởng. Khi điều kiện tạp âm trở nên xấu hơn và bộ thu không còn phân biệt được phần tải hữu ích và tạp âm nữa, thì nó vẫn có thể khoá vào kênh đó thông qua tín hiệu bootstrap. Khi điều kiện tạp âm được cải thiện, thì bộ thu không cần phải thực hiện toàn bộ tiến trình thu lại, vì nó đã biết tìm kênh đó ở đâu.

Nhờ hệ thống báo hiệu có thể mở rộng được mà nhiều dạng sóng khác nhau có thể được báo hiệu, mỗi dạng sóng dành cho một trong số các loại dịch vụ sắp được phát trong tương lai. Do đó, các dạng sóng mới mà chưa tồn tại ngày nay và có thể cần được sử dụng thì cũng có thể được báo hiệu thông qua tín hiệu bootstrap này.

Lưu ý rằng những chữ và từ viết tắt sau đây có thể được sử dụng trong bản mô tả này:

BSR Baseband Sampling Rate - tốc độ lấy mẫu băng gốc

BW Bandwidth - băng thông

CAZAC Constant Amplitude Zero Auto-Correlation - tự tương quan bằng không có biên độ không đổi

DC Direct Current - dòng điện một chiều

EAS Emergency Alert System - hệ thống cảnh báo khẩn cấp

FFT Fast Fourier Transform - phép biến đổi Fourier nhanh

IEEE Institute of Electrical & Electronic Engineers - viện kỹ thuật điện & điện tử

IFFT Inverse Fast Fourier Transform - phép biến đổi Fourier ngược nhanh

kHz kilohertz - kilô héc

LDM Layer Division Multiplexing - ghép kênh phân chia theo lớp

LFSR Linear Feedback Shift Register - thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính

MHz Megahertz - mêga héc

ms millisecond - mili giây

PN Pseudo-Noise - giả tạp âm

μ s microsecond - micrô giây

ZC Zadoff-Chu

Fig.1 là hình vẽ thể hiện hệ thống truyền thông mạng phát sóng 100 được nêu làm ví dụ, bao gồm các nhà cung cấp nội dung 102A, 102B, và 102C (sau đây được gọi là nhà cung cấp nội dung 102) cung cấp các loại nội dung 104A, 104B, và 104C khác nhau (sau đây được gọi là nội dung 104) thông qua mạng phát sóng 106. Cần hiểu rằng mặc dù có ba nhà cung cấp nội dung 102 được thể hiện, nhưng hệ thống 100 có thể bao gồm số lượng phù hợp bất kỳ các nhà cung cấp nội dung 102. Ngoài ra, các nhà cung cấp nội dung 102 có thể là các nhà cung cấp các loại nội dung phù hợp bất kỳ, chẳng hạn các tín hiệu phát sóng truyền hình, các bản cập nhật phần mềm, các cảnh báo khẩn cấp, v.v.. Cũng cần hiểu rằng các nhà cung cấp nội dung 102 có thể cung cấp nội dung 104 thông qua kết nối không dây hoặc kết nối bằng dây đến cổng nối 108.

Nội dung 104 này được ghép kênh theo thời gian, tại cổng nối 108, vào một kênh RF 110 đơn. Các bộ thu tín hiệu phát sóng 112A, 112B, và 112C (sau đây được gọi là bộ thu tín hiệu phát sóng 112) được tạo cấu hình để nhận dạng và thu các tín hiệu phát sóng 114 thông qua kênh RF 110. Cần hiểu rằng mặc dù có ba loại bộ thu tín hiệu phát sóng 112 khác nhau được thể hiện (là máy tính xách tay 112A, điện thoại di động 112B, và máy thu hình 112C), nhưng hệ thống 100 có thể bao gồm số lượng và chủng loại phù hợp bất kỳ của các bộ thu tín hiệu phát sóng 112.

Một tín hiệu bootstrap (không được thể hiện trên hình vẽ) biểu thị, tại mức thấp, loại hay dạng của tín hiệu 114 mà đang được truyền trong một khoảng thời gian cụ thể, để bộ thu tín hiệu phát sóng 112 có thể phát hiện và nhận dạng tín hiệu 114, để chỉ thị cách thức nhận các dịch vụ khả dụng thông qua tín hiệu 114 đó. Do đó, tín hiệu bootstrap này được dựa trên như phân liên của mỗi khung truyền để cho phép đồng bộ/dò và cấu hình hệ thống. Như sẽ được mô tả sau đây, thiết kế bootstrap này bao gồm giải pháp báo hiệu linh hoạt để mang thông tin cấu hình khung và thông tin điều khiển nội dung đến bộ thu tín hiệu phát sóng 112. Thiết kế tín hiệu này mô tả cơ chế mà nhờ đó các thông số tín hiệu được điều chế trên môi trường vật lý. Giao thức báo hiệu này mô tả cách thức mã hoá cụ thể mà được dùng để truyền thông các hoạt động lựa chọn thông số vốn điều chỉnh cấu hình khung truyền. Điều này cho phép phát hiện dịch vụ một cách tin cậy trong khi vẫn cung cấp khả năng mở rộng để đáp ứng các nhu cầu báo hiệu đang gia tăng, từ một cấu trúc khung thông thường. Cụ thể là, thiết kế này của tín hiệu bootstrap cho phép phát hiện tín hiệu một cách vạn năng mà không phụ thuộc băng thông kênh.

Thiết kế bootstrap này còn cho phép phát hiện một cách tin cậy, khi có nhiều kênh, những sự suy yếu chẳng hạn như sự phân tán theo thời gian và fading đa đường, sự dịch chuyển Doppler, và sự dịch tần số sóng mang. Ngoài ra, nhiều ngữ cảnh dịch vụ là có thể tiếp cận được dựa trên việc phát hiện chế độ trong quá trình phát hiện tín hiệu để cho phép sự linh hoạt trong

cấu hình hệ thống. Thiết kế bootstrap này còn tạo điều kiện thuận lợi cho việc mở rộng để thích ứng với sự tiến hoá đang diễn ra về khả năng dịch vụ dựa trên cấu trúc báo hiệu phân cấp. Do đó, các loại tín hiệu mới, mà chưa xuất hiện, là có thể được cung cấp bởi nhà cung cấp nội dung 102 và được nhận dạng trong tín hiệu được truyền 114 nhờ sử dụng tín hiệu bootstrap. Ngoài ra, các trường bit có thể tái sử dụng được, mà được biên dịch dựa trên chế độ/loại dịch vụ được dò thấy, sẽ cho phép báo hiệu hiệu quả đến từng bit mà không phụ thuộc vào mức độ mở rộng thu được. Theo một ví dụ, tín hiệu bootstrap được tạo cấu hình để là tín hiệu chống nhiễu và có thể dò được ngay cả tại các mức tín hiệu thấp. Kết quả là, các bit báo hiệu riêng lẻ trong tín hiệu bootstrap có thể tương đối đắt đỏ xét về mặt các tài nguyên vật lý mà chúng chiếm để truyền. Do đó, tín hiệu bootstrap có thể chỉ được dùng để báo hiệu một lượng thông tin tối thiểu cần để phát hiện hệ thống và để giải mã lúc đầu đối với tín hiệu theo sau.

Tổng quát về tín hiệu Bootstrap

Tín hiệu bootstrap được mô tả ở đây, độc lập với ví dụ thực hiện mà sẽ được mô tả sau. Như sẽ được mô tả thêm, ATSC (Advanced Television Systems Committee - uỷ ban hệ thống truyền hình nâng cao) 3.0 là một cách thức thực hiện ví dụ về khả năng bootstrap và nó đưa ra các ràng buộc nhất định đối với khả năng bootstrap nói chung. Việc hiểu các khái niệm chung này về cấu trúc bootstrap sẽ cho phép những người có trình độ trung bình trong lĩnh vực thấy được khả năng ứng dụng rộng rãi của công nghệ này trong các hệ thống truyền thông tương lai mà có các băng thông và các dải tần khác nhau trong phổ tần RF.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện hệ thống 200 được nêu làm ví dụ để tạo ra tín hiệu bootstrap. Tín hiệu bootstrap 202 mà hệ thống 200 tạo ra bao gồm (N) kí hiệu OFDM được đánh dấu (0-N). Lượng chiếm tần số, hay băng thông, là nhỏ hơn tín hiệu hậu bootstrap 206, hay dạng sóng, theo thiết kế. Tín hiệu

hậu bootstrap 204 biểu thị dịch vụ mà đang được báo hiệu bởi tín hiệu bootstrap và được sử dụng ở bộ thu. Tín hiệu hậu bootstrap 204 có thể là dạng sóng bất kỳ mà cho phép sự linh hoạt và khả năng mở rộng trong tương lai, như sẽ được mô tả sau.

Được mô tả ở đây là tín hiệu bootstrap. Tốc độ lấy mẫu băng gốc (Baseband Sampling Rate - BSR) được biểu thị bằng phương trình sau:

Equ(2)

$$BSR = F_s = (N + 16) \times (M) \text{ hay miền thời gian: } T_s = 1/F_s$$

trong đó F_s là tần số lấy mẫu, N là biến số phép toán theo tỉ lệ trên băng thông được chọn, và M là hệ số (MHz) để chọn băng thông.

Khoảng cách giữa các sóng mang con OFDM (tính bằng Hz) được xác định như sau:

Equ(3)

$$\Delta F = F_s / FFT_{(Size)}$$

Trong đó FFT size là lũy thừa của 2 (ví dụ, 1024, 2048, 4096, 8192....).

Theo một quy trình thiết kế ví dụ (ATSC 3.0) cho băng thông phát sóng truyền hình 6 MHz ở Mỹ, thì phương trình $M = 0,384$ được chọn vì mối quan hệ hiện có với LTE (dựa trên WCDMA). Các mối quan hệ khác cũng có thể được chọn. Do đó, theo ví dụ này:

Equ(4)

$$F_s = (0 + 16) \times (0,384 \text{ MHz}) = 6,144 \text{ MHz};$$

$$F_s = 6,144 \text{ MHz}, FFT_{(Size)} = 2048; \text{ và}$$

$$\Delta F = 6,144 \text{ MHz} / 2048 = 3000 \text{ Hz}$$

Sau đó, độ dài chuỗi Zadoff Chu $N_{(ZC)}$ được chọn (dựa trên số nguyên tố) để ánh xạ lên một phần của $FFT_{(Size)}$ để hỗ trợ băng thông được chọn. Do đó,

Equ(5)

$$\text{Băng thông} = \Delta F \times (N_{(ZC)} + 1);$$

trong đó N_{ZC} được ánh xạ vào tâm của FFT (1500 sóng mang con bao gồm DC) và việc đệm không được sử dụng đối với các sóng mang con còn lại. Theo ví dụ về ATSC 3.0 thì việc $N_{(ZC)} = 1499$ được chọn. Do đó,

$$\text{Băng thông} = 3000(\text{Hz}) \times (1499 + 1) = 4,5 \text{ MHz}$$

Kết quả là, theo ví dụ về cách thức thực hiện ATSC 3.0 được mô tả này, thì thiết kế này tiêu thụ băng thông 4,5 MHz và có $\Delta F = 3000 \text{ Hz}$, điều này sẽ cung cấp đủ hiệu suất Doppler (MPH) cho dải phát sóng trong môi trường di động.

Cần hiểu rằng những cách lựa chọn khác đối với các tham số trong các phương trình tổng quát nêu trên có thể cho phép các băng thông hoặc các dải tần (Doppler) rộng hơn, v.v.. Cụ thể là, mặc dù giá trị (N) được quy định theo ATSC 3.0 là 0, nhưng toàn khoảng (0-127) cũng khả dụng đối với N . Theo ví dụ được thể hiện này, N bị ràng buộc là $N=0$ để đạt được 6 MHz. Tuy nhiên, cần hiểu rằng, bằng cách thay $N=127$, thì băng thông lớn hơn 50 MHz có thể được hỗ trợ. Đây là ví dụ minh họa về khả năng mở rộng của thiết kế bootstrap.

Vẫn như được thể hiện trên Fig.2, hệ thống này còn bao gồm mô đun hoặc bộ tạo chuỗi Zadoff-Chu 206 và mô đun hoặc bộ tạo chuỗi giả tạp âm (Pseudo Noise - PN) 208. Chuỗi Zadoff-Chu (ZC) là chuỗi toán học có giá trị phức mà khi được áp dụng vào các tín hiệu vô tuyến thì sẽ gây ra một số thuộc tính thú vị, một trong số các thuộc tính đó là việc tín hiệu có biên độ không đổi. Nó có thể được xác định như sau:

Equ(6)

$$\text{ZC Sequence} = e^{-j\pi q[k(k+1)/N_{(ZC)}]}$$

Fig.3 thể hiện chòm điểm I/Q phức 300 của ZC+PN mà trong đó mỗi giá trị I/Q đều nằm trên đường tròn đơn vị 302 và được mô tả dưới dạng pha xung quanh đường tròn đơn vị 302 này, trong đó biên độ là không đổi.

Cần hiểu rằng thuộc tính lý thuyết khác của (ZC) là việc các phiên bản được dịch vòng khác nhau của chuỗi gốc có thể được tác động lên tín hiệu và

có thể gây ra sự tự tương quan bằng không lý tưởng. Chuỗi Zadoff-Chu được tạo ra mà chưa được dịch thì được gọi là “chuỗi gốc”. Vẫn như được thể hiện trên Fig.2, symbol#0, mà được sử dụng chủ yếu để đồng bộ và xác định phiên bản, là chưa được dịch. Tuy nhiên, cần hiểu rằng sự tự tương quan bằng không theo lý thuyết bằng cách chỉ sử dụng (ZC) là không thể đạt được trên một khoảng dịch vòng lớn.

Theo yêu cầu thiết kế cơ bản này, có thể thấy trước được nhu cầu về một lượng lớn các hoạt động dịch vòng với sự tự tương quan lý tưởng theo lý thuyết, không phải chỉ một mình (ZC). Sau đó, thông qua hoạt động mô phỏng và các thực nghiệm, đã phát hiện thấy rằng bằng cách tạo ra chuỗi giả tạp âm (Pseudo Noise - PN), ngoài ZC ra, thì tất cả các hoạt động dịch vòng là có thể tiến đến gần sự tự tương quan lý tưởng theo lý thuyết.

Fig.4B là hình vẽ thể hiện các kết quả mô phỏng chỉ một mình ZC và thu được sự tự tương quan không lý tưởng, còn Fig.4A là hình vẽ thể hiện các kết quả mô phỏng ZC+PN và thu được sự tự tương quan gần lý tưởng. Cụ thể là, chuỗi PN này sẽ quay pha các sóng mang con phức riêng lẻ để duy trì các thuộc tính CAZAC (Constant Amplitude Zero Autocorrelation Waveform - dạng sóng tự tương quan bằng không với biên độ không đổi) mong muốn của chuỗi ZC ban đầu, được thể hiện trên Fig.3. Sự quay pha được bổ sung này là để nhằm cho phép sự phân tách tín hiệu tốt hơn giữa những lần dịch vòng đối với cùng một chuỗi gốc để ngăn chặn các đáp ứng tự tương quan kí sinh quan sát thấy, nhờ sử dụng chuỗi ZC mà không cần thực hiện thêm việc điều chế chuỗi PN, được thể hiện trên Fig.4B. Do đó, như có thể thấy, việc phát hiện (ZC+PN) sẽ cải thiện rõ rệt khả năng chống nhiễu báo hiệu và dung lượng (số lượng bit trên mỗi kí hiệu) truyền thông bằng cơ chế dịch vòng.

Vẫn như được thể hiện trên Fig.2, kí hiệu đầu tiên #0 là kí hiệu gốc (Root) chưa dịch vòng, còn các kí hiệu 1-N mang báo hiệu qua cơ chế dịch vòng. Ngoài ra, có thể thấy rằng việc ánh xạ và dem không đã được áp dụng, bởi môđun ánh xạ 210, đối với kí hiệu #0. Các kí hiệu (1-N) có PN được

cộng vào ZC và gây ra sự đối xứng phản xạ như được thể hiện và sẽ được mô tả sau dựa vào ví dụ.

Sau đó, tín hiệu này được gửi đến môđun IFFT 212 và được chuyển đổi từ miền tần số sang miền thời gian. Sau đó tín hiệu này được xử lý trong miền thời gian. Tín hiệu đi ra từ IFFT được gọi là “A” và sau đó có các phần tiền tố và hậu tố dẫn xuất từ “A”, được gọi là “B” và “C”. Kí hiệu #0 có trình tự thời gian là “CAB” còn tất cả các kí hiệu khác thì có trình tự thời gian là “BCA”. Cần hiểu rằng mục đích của việc này là bổ sung khả năng chống nhiễu và nhận biết kí hiệu #0, vốn được dùng để đồng bộ và xác định phiên bản.

Độ dài của các kí hiệu bootstrap được xác định như sau:

Equ(7)

$$T_{\text{Symbol}} = [C+A+B] \times T_s$$

Theo một ví dụ (ATSC 3.0), độ dài kí hiệu là 500 μ s.

Để cho phép khả năng mở rộng số lượng kí hiệu, thì cơ chế đảo (ZC) đối với kí hiệu cuối cùng trong chuỗi bootstrap được sử dụng, như được thể hiện trên Fig.5. Cụ thể là, sự kết thúc trường được báo hiệu bằng cách đảo pha 180° trong khoảng thời gian kí hiệu cuối cùng so với khoảng thời gian kí hiệu đứng trước. Do đó, thay vì việc cần phải chỉ định trước xem tín hiệu sẽ dài bao nhiêu để bộ thu có thể xác định điểm kết thúc của tín hiệu, thì bộ thu có thể tìm kí hiệu đảo trong tín hiệu đó, vốn chỉ thị điểm kết thúc của tín hiệu đó. Điều này cho phép sự linh hoạt và khả năng mở rộng thiết kế bootstrap vì không cần phải biết trước việc tín hiệu sẽ dài bao nhiêu. Do đó, thay vì phải xác định trước độ dài bootstrap, kéo theo đó là làm lãng phí thêm không gian, hoặc không dành đủ không gian (mà trong trường hợp đó có thể không truyền xong được thông tin dự định), thì chiều dài của tín hiệu bootstrap này linh hoạt ở chỗ nó có thể được phát hiện. Ngoài ra, tín hiệu đảo có thể tương đối dễ phát hiện, do đó, không cần thêm đáng kể các tài nguyên để thực hiện.

Cần hiểu rằng bộ thu sẽ bỏ qua phiên bản chính (Root) mà nó không hiểu. Điều này bảo đảm khả năng mở rộng mà không ảnh hưởng đến các bộ thu legacy (kế thừa) trong tương lai. Một phương pháp báo hiệu như thế được cung cấp bởi tiêu chuẩn ATSC 3.0, được mô tả sau đây và là được thể hiện trên Bảng 2 ở đây.

Fig.6 là hình vẽ thể hiện dạng sóng tín hiệu 114 ví dụ được thể hiện trên Fig.1. Dạng sóng tín hiệu 114 này bao gồm tín hiệu bootstrap 602 theo sau là dạng sóng hậu bootstrap 604 hay phần còn lại của dạng sóng này. Tín hiệu bootstrap 602 này cung cấp điểm vào vạm năng để vào dạng sóng tín hiệu 114. Nó sử dụng cấu hình cố định (ví dụ, tốc độ lấy mẫu, băng thông tín hiệu, khoảng cách giữa các sóng mang con, cấu trúc miền thời gian) mà tất cả các bộ thu tín hiệu phát sóng 112 đều đã biết.

Cần hiểu rằng việc lấy mẫu linh hoạt hoặc biến thiên theo thiết kế bootstrap này sẽ đem lại sự linh hoạt mà trước đây chưa có. Cụ thể là, thay vì phải thiết kế giải pháp cho dịch vụ cụ thể có tốc độ lấy mẫu cố định hoặc đã được xác định dưới dạng hàm theo băng thông, thì tốc độ lấy mẫu linh hoạt sẽ cho phép thay đổi quy mô đối với các băng thông khác nhau để đáp ứng các dịch vụ đa dạng mà có các yêu cầu và các ràng buộc khác nhau. Do đó, cùng một hệ thống để đồng bộ và phát hiện có thể được sử dụng cho một khoảng lớn các băng thông và có thể phục vụ một dải lớn, do các phần khác nhau của một dải có thể phù hợp hơn cho các loại dịch vụ khác nhau.

Tín hiệu bootstrap 602 có thể bao gồm một số kí hiệu. Ví dụ, tín hiệu bootstrap 202 có thể bắt đầu bằng kí hiệu đồng bộ 606 được đặt tại điểm bắt đầu của mỗi dạng sóng để cho phép phát hiện dịch vụ, đồng bộ thô, ước lượng độ dịch tần số, và ước lượng kênh ban đầu. Phần còn lại 608 của tín hiệu bootstrap 602 có thể chứa đủ báo hiệu điều khiển để cho phép bắt đầu nhận và giải mã phần còn lại của dạng sóng tín hiệu 114.

Tín hiệu bootstrap 602 được tạo cấu hình để có sự linh hoạt, khả năng thay đổi quy mô, và khả năng mở rộng. Ví dụ, tín hiệu bootstrap 602 có thể

thực hiện việc định phiên bản để tăng độ linh hoạt. Cụ thể là, thiết kế bootstrap 602 có thể cho phép số phiên bản chính (tương ứng với loại dịch vụ hoặc chế độ cụ thể) và phiên bản phụ (nằm trong phiên bản chính cụ thể). Theo một ví dụ, việc định phiên bản có thể được báo hiệu (như sẽ được mô tả) thông qua việc chọn phù hợp chuỗi gốc Zadoff-Chu (phiên bản chính), hạt giống của chuỗi giả tạp âm (phiên bản phụ) mà được dùng để tạo ra chuỗi mã hoá cơ sở cho các nội dung kí hiệu bootstrap. Việc giải mã các trường báo hiệu trong tín hiệu bootstrap 602 là có thể được thực hiện đối với phiên bản dịch vụ được dò thấy, để cho phép báo hiệu phân cấp khi mỗi trường bit được gán là có thể tái sử dụng được và được tạo cấu hình dựa trên phiên bản dịch vụ được chỉ thị. Cú pháp và ngữ nghĩa của các trường báo hiệu trong tín hiệu bootstrap 612 là có thể được quy định, ví dụ, trong các tiêu chuẩn mà phiên bản chính và phiên bản phụ dựa vào đó.

Để tiếp tục thể hiện khả năng thay đổi quy mô và khả năng mở rộng, thì số lượng bit được báo hiệu trên mỗi kí hiệu bootstrap 602 có thể được xác định, lên đến tối đa, đối với phiên bản chính/phiên bản phụ cụ thể. Số lượng bit tối đa trên mỗi kí hiệu được xác định bằng phương trình:

Equ(1)

$$(N_{bps} = \lfloor \log_2 (N_{FFT}/CyclicShiftTol) \rfloor)$$

trong đó nó phụ thuộc vào dung sai dịch vòng mong muốn, mà đến lượt mình, dung sai này phụ thuộc vào các tình huống và môi trường triển khai kênh dự tính. Nếu có, thì các bit báo hiệu bổ sung mới có thể được thêm vào các kí hiệu hiện có theo cách tương thích ngược mà không cần phải thay đổi phiên bản dịch vụ.

Kết quả là, thời lượng tín hiệu bootstrap 602 là có thể mở rộng được trong toàn bộ các khoảng thời gian kí hiệu, với mỗi kí hiệu mới mang lên đến N_{bps} bit báo hiệu bổ sung. Do đó, dung lượng tín hiệu bootstrap 602 có thể được tăng lên theo cách động cho đến khi đạt tới điểm kết thúc trường.

Fig.7 là hình vẽ thể hiện hệ thống 700 ví dụ để tạo ra các kí hiệu bootstrap 602. Như được mô tả, các giá trị mà được dùng cho mỗi kí hiệu bootstrap 602 là bắt nguồn trong miền tần số với chuỗi Zadoff-Chu (ZC) 704 được điều chế bằng chuỗi bảo vệ giả tạp âm (PN) 702 bằng bộ tạo chuỗi 708. Góc ZC 704 và hạt giống PN 702 lần lượt xác định phiên bản chính và phiên bản phụ của dịch vụ. Chuỗi phức thu được được áp dụng trên mỗi sóng mang con tại đầu vào IFFT (Inverse Fast Fourier Transform - biến đổi Fourier ngược nhanh) 706. Hệ thống 700 này còn bao gồm môđun ánh xạ sóng mang con 710 để ánh xạ đầu ra của bộ tạo chuỗi 708 vào đầu vào IFFT 706. Chuỗi PN 702 gây ra sự quay pha đối với các sóng mang con phức riêng lẻ để giữ các thuộc tính CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto-Correlation - tự tương quan bằng không với biên độ không đổi) mong muốn của chuỗi ZC 704 ban đầu. Chuỗi PN 702 còn hạn chế những sự phát xạ tạp nhiễu trong đáp ứng tự tương quan, nhờ đó tăng thêm khả năng phân tách tín hiệu giữa các lần dịch vòng của cùng một chuỗi gốc.

Cũng cần hiểu rằng việc điều chế chuỗi ZC cụ thể là bằng chuỗi giả tạp âm sẽ làm cho dạng sóng có các đặc điểm khác nhau mà làm cho nó có thể được phát hiện một cách dễ dàng. Cụ thể là, việc điều chế bằng chuỗi PN sẽ thu được sự tương quan gần lý tưởng với ít sự bất định hơn. Tổ hợp đó đã được phát hiện thông qua việc mô phỏng sau khi kiểm định nhiều tổ hợp của các thuật toán và các chuỗi. Cụ thể là, việc điều chế chuỗi ZC bằng chuỗi PN đã đem lại kết quả ngoài dự tính, đó là sự tạo ra tín hiệu dễ tương quan mà không có tín hiệu kí sinh nào sinh ra trong quá trình tương quan. Điều này cho phép tạo ra tín hiệu có thể dễ dàng được phát hiện, nghĩa là bộ thu có thể tương quan với tín hiệu đó ngay cả trong các điều kiện tạp âm cao.

Bootstrap - Cách thức thực hiện (ví dụ ATSC 3.0)

Được mô tả ở đây là một cách thức thực hiện ví dụ của thiết kế bootstrap 602. Cần hiểu rằng mặc dù các ví dụ được mô tả ở đây có thể liên quan đến một cách thức thực hiện cụ thể của thiết kế bootstrap, nhưng thiết kế

bootstrap 602 sẽ có các ứng dụng rộng hơn so với ví dụ được thể hiện dưới đây.

Đặc tả Bootstrap - Các số đo

Theo một ví dụ, cấu trúc bootstrap 602 được dự định là cố định ngay cả khi các số phiên bản và/hoặc các thông tin khác, mà được báo hiệu bởi thiết kế bootstrap 602 này, có thay đổi. Theo một ví dụ, thiết kế bootstrap 602 sử dụng tốc độ lấy mẫu cố định là 6,144 triệu mẫu/giây và băng thông cố định là 4,5 MHz, không phụ thuộc vào băng thông kênh được sử dụng cho phần còn lại của dạng sóng 604. Độ dài thời gian của mỗi mẫu cũng được cố định bởi tốc độ lấy mẫu này. Do đó,

Equ(2A)

$$f_s = 6,144 \text{ Ms/sec}$$

$$T_s = 1/f_s$$

$$BW_{\text{Bootstrap}} = 4,5 \text{ MHz}$$

FFT size là 2048 làm cho khoảng cách giữa các sóng mang con là 3 kHz.

Equ (3)

$$N_{FFT} = 2048$$

$$f_{\Delta} = f_s/N_{FFT} = 3 \text{ kHz}$$

Theo ví dụ này, mỗi kí hiệu bootstrap 602 có thời lượng khoảng $\sim 333,33 \mu\text{s}$. Khi được xử lý trong miền thời gian, như sẽ được mô tả sau, nhờ sử dụng (CAB hoặc BCA), thì độ dài chính xác của T_{symbol} là $500 \mu\text{s}$. Thời lượng tổng thể của tín hiệu bootstrap 602 phụ thuộc vào số lượng kí hiệu bootstrap 602, mà được xác định là N_s . Số lượng kí hiệu bootstrap 602 cố định sẽ không được sử dụng.

Equ(4)

$$T_{\text{symbol}} = 500 \mu\text{s}$$

Cần hiểu rằng băng thông 4,5 MHz có thể được chọn dựa trên sự thoải mái của ngành công nghiệp hiện tại, vốn cũng bao trùm cả băng thông 5 MHz dưới dạng băng thông thấp nhất thông dụng và nhỏ hơn 6 MHz mà

được phát sóng theo ví dụ này. Do đó, tốc độ lấy mẫu băng gốc có thể được tính bằng:

Equ(5)

$$(N + 16) \times 0,384 \text{ MHz} = 6,144 \text{ Ms/giây. (N = 0 bootstrap)}$$

Chọn FFT length là 2048, mà có độ lợi tốt, sẽ làm cho Δf là 3 KHz, và cho hiệu suất Doppler tốt. Cần hiểu rằng hệ thống tương tự có thể được thực hiện cho các phần khác của dải. Ví dụ, biến thể của cùng một công thức, mà trong đó công thức này và giá trị N được tối ưu cho băng thông cụ thể đó, là có thể được sử dụng cho các băng thông khác, chẳng hạn 20 MHz.

Cần hiểu rằng việc dựa công thức BSR trên hệ số 0,384 MHz, mà liên quan đến các hệ thống LTE (và có liên quan đến hệ thống WCDMA), thì hệ thống mới sẽ có thể loại bỏ dần (những) bộ dao động được sử dụng cho những cách thức thực hiện khác. Ngoài ra, tất cả các tốc độ lấy mẫu băng gốc 3GPP LTE đối với tất cả các băng thông hiện tại, mà được mô tả trong các tiêu chuẩn ngày nay, là cũng có thể được tính toán từ công thức này bằng cách chèn giá trị (N). Do đó, việc sử dụng công thức này sẽ cho phép các phiên bản tương lai của trang thiết bị, mà có chứa một số loại biến thể của biến thể LTE, vẫn làm việc được. Tuy nhiên, cần hiểu rằng công thức BSR này có thể được dựa một cách tương tự trên các yếu tố phù hợp khác.

Cũng cần hiểu rằng mặc dù các ví dụ được mô tả ở đây sử dụng FFT size được chọn là 2048, nhưng các FFT size phù hợp khác cũng có thể được sử dụng theo cách tương tự. Trước hết thì bộ thu phải đồng bộ và nhận dạng tín hiệu đến, để nó có thể bắt đầu giải mã thông tin của tín hiệu này. Tuy nhiên thì chuỗi báo hiệu dài hơn, chẳng hạn FFT size là 2048, là có độ lợi cao hơn, và do đó dễ được phát hiện hơn, vì lượng thông tin mà bộ thu có thể tìm, hoặc để tương quan với, là lớn hơn.

Trong hệ thống truyền thông tế bào hiện có, thì độ lợi có thể không phải là một yếu tố do hoạt động truyền thông diễn ra theo cách truyền đơn điểm và tín hiệu đồng bộ sơ cấp (Primary Synchronization Signal - PSS) được chèn

vào thường xuyên để nhiều người dùng truy cập ngẫu nhiên. Ngoài ra, trước đây thì những nhà phát sóng có thể chưa quan tâm đến độ lợi vì hoạt động phát sóng có thể nói chung là được dự định cho các bộ thu tĩnh nằm ở những nơi cao. Tuy nhiên, khi phát sóng đến thiết bị di động hoặc đến những nơi có khả năng thu nhận kém, thì độ lợi cao hơn có thể trở nên quan trọng hơn. Tuy nhiên, thiết bị di động có thể không có hình dạng ăng ten tối ưu để đạt được độ lợi và có thể không được đặt một cách lý tưởng để có khả năng thu nhận tốt nhất, do đó, có thể dựa trên độ lợi toán học.

Do đó, độ dài tín hiệu mà càng dài, chẳng hạn $\text{FFT} = 2048$, thì sẽ cung cấp các chuỗi càng dài để tương quan, nhờ đó đem lại khả năng thu nhận tốt hơn. Ví dụ, với tín hiệu dài hơn, thì tín hiệu bootstrap có thể được phát hiện ở những vị trí ngằm dưới mặt đất, bên dưới sàn nhiều. Ngoài ra, độ dài tín hiệu dài hơn cũng cho phép nhiều chuỗi duy nhất hơn. Ví dụ, mỗi bộ phát có thể được gán một chuỗi duy nhất và các bộ thu có thể tìm kiếm các chuỗi một cách độc lập. Thông tin này có thể được các hệ thống GPS (Global Positioning System - hệ thống định vị toàn cầu) dùng để, ví dụ, tính toán vị trí của bộ thu bằng các kỹ thuật TDOA (Time Difference Of Arrival - chênh lệch thời gian đến), không được mô tả ở đây.

Cần hiểu rằng mặc dù các độ dài tín hiệu phù hợp khác cũng có thể được chọn, nhưng độ dài tín hiệu là 2048 được chọn ở đây để tối ưu hiệu suất. Cụ thể là, việc chọn độ dài tín hiệu khác có thể gây ra những sự đánh đổi giữa các thông số khác nhau, bao gồm mức độ độ lợi mà có thể tác động đến hiệu suất.

Đặc tả Bootstrap - Chuỗi miền tần số

Theo một ví dụ, chuỗi Zadoff-Chu (ZC) có độ dài $N_{\text{ZC}} = 1499$, đây là số nguyên tố lớn nhất mà làm cho băng thông kênh không lớn hơn 4,5 MHz với khoảng cách giữa các sóng mang con là $f_{\Delta} = 3$ kHz. Chuỗi ZC này được tham số hoá bằng căn q , vốn tương ứng với số phiên bản chính:

Equ(5)

$$z_q(k) = e^{-j\pi q \frac{k(k+1)}{N_{zc}}}$$

trong đó

$$q \in \{1, 2, \dots, N_{zc} - 1\}$$

và

$$k = 0, 1, 2, \dots, N_{zc} - 1.$$

Việc sử dụng chuỗi giả tạp âm để điều chế chuỗi ZC đã cho phép nói lỏng các ràng buộc trên chuỗi gốc ZC. Trong khi các phương pháp báo hiệu trước đây, mà sử dụng ZC (ví dụ, chuỗi đồng bộ sơ cấp LTE), bị giới hạn bởi việc chọn các căn nguyên thủy để bảo đảm các thuộc tính tự tương quan tốt, thì ở hệ thống này, việc điều chế PN sẽ cho phép sự tự tương quan tốt ngay cả khi các căn không nguyên thủy được chọn cho ZC. Việc có các căn không nguyên thủy cho ZC sẽ cho phép tạo ra nhiều dạng sóng hơn, cho phép hệ thống báo hiệu nhiều loại dịch vụ hơn, tức là tạo ra hệ thống có thể mở rộng hơn.

Fig.8 là hình vẽ thể hiện bộ tạo chuỗi PN 708 ví dụ. Bộ tạo chuỗi PN 808 này được trích xuất từ thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính (Linear Feedback Shift Register - LFSR) 802 có độ dài (bậc) $l = 16$. Sự hoạt động của nó được chi phối bởi đa thức sinh 804 vốn xác định các đường nhánh trên đường hồi tiếp LFSR đằng trước mặt nạ 806 mà chỉ định các phần tử góp phần vào chuỗi đầu ra 808. Đặc tả của đa thức sinh 804 và trạng thái ban đầu của các thanh ghi biểu thị hạt giống, mà tương ứng với số phiên bản phụ. Tức là, hạt giống được xác định dưới dạng $f(g, r_{init})$.

Các thanh ghi 802 của bộ tạo chuỗi PN được khởi tạo lại với trạng thái ban đầu từ hạt giống này trước khi tạo ra kí hiệu đầu tiên trong tín hiệu bootstrap 602 mới. Bộ tạo chuỗi PN 708 tiếp tục tạo chuỗi từ kí hiệu này đến kí hiệu tiếp theo trong tín hiệu bootstrap 602 và không được khởi tạo lại đối với các kí hiệu liên tiếp trong cùng một tín hiệu bootstrap 602.

Đầu ra của bộ tạo chuỗi PN 708 được xác định là $p(k)$ mà sẽ có giá trị là 0 hoặc 1. $p(0)$ sẽ bằng với đầu ra của bộ tạo chuỗi PN sau khi bộ tạo chuỗi PN 708 đã được khởi tạo với giá trị hạt giống phù hợp và trước hoạt động tạo xung nhịp bất kì của thanh ghi dịch 802. Đầu ra mới $p(k)$ sẽ được tạo ra sau đó mỗi lần thanh ghi dịch 802 được tạo xung nhịp lên vị trí sang phải. Do đó, theo một ví dụ, đa thức sinh 804 dành cho bộ tạo chuỗi PN 708 sẽ được xác định là:

Equ(6)

$$g = \{g_1, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\}$$

trong đó

$$p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x$$

Fig.9 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về hoạt động ánh xạ 900 đối với chuỗi miền tần số vào các sóng mang con. Giá trị chuỗi ZC mà ánh xạ vào sóng mang con DC (tức là, $z_q((N_{zc} - 1)/2)$) là được làm cho bằng không sao cho sóng mang con DC là rỗng. Các chỉ số sóng mang con này được thể hiện với việc sóng mang con DC trung tâm có chỉ số 0.

Tích của chuỗi ZC và chuỗi PN có tính đối xứng phản xạ qua sóng mang con DC này. Chuỗi ZC có tính đối xứng phản xạ tự nhiên qua sóng mang con DC. Tính đối xứng phản xạ của chuỗi PN qua sóng mang con DC là được tạo ra bằng cách làm phản xạ gương các giá trị chuỗi PN, mà được gán cho các sóng mang con bên dưới sóng mang con DC, vào các sóng mang con bên trên sóng mang con DC này. Ví dụ, như được thể hiện, các giá trị chuỗi PN tại các sóng mang con -1 và +1 là giống, cũng như các giá trị chuỗi PN tại các sóng mang con -2 và +2. Kết quả là, tích của chuỗi ZC và chuỗi PN cũng có tính đối xứng phản xạ qua sóng mang con DC.

Cần hiểu rằng tính đối xứng được mô tả ở đây sẽ cho phép tín hiệu chống nhiễu tốt hơn, làm cho nó dễ được phát hiện hơn. Cụ thể là, tính đối xứng này có vai trò như một sự hỗ trợ thêm để phát hiện (tức độ lợi bổ sung). Đây là một dấu hiệu bổ sung của tín hiệu mà bộ thu có thể tìm kiếm, làm cho

nó dễ tìm hơn. Do đó, nó là một trong số các phần tử mà cho phép tín hiệu bootstrap được nhận ra ngay cả dưới sàn nhiễu.

Như hoạt động ánh xạ 900 thể hiện, các giá trị sóng mang con đối với kí hiệu thứ n của tín hiệu bootstrap ($0 \leq n < N_s$) có thể được biểu diễn dưới dạng:

Equ(7)

$$s_n(k) = \begin{cases} z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H + k) & -N_H \leq k \leq -1 \\ z_q(k + N_H) \times c((n + 1) \times N_H - k) & 1 \leq k \leq N_H \\ 0 & \text{với các trường hợp còn lại} \end{cases}$$

trong đó

$$N_H = (N_{zc} - 1)/2$$

và

$$c(k) = 1 - 2 \times p(k)$$

với $c(k)$ có giá trị +1 hoặc -1. Cần hiểu rằng chuỗi ZC là giống nhau đối với mỗi kí hiệu, còn chuỗi PN tiến lên với mỗi kí hiệu.

Theo một ví dụ, kí hiệu cuối cùng trong tín hiệu bootstrap là được chỉ thị bởi sự đảo pha (tức quay 180°) đối với các giá trị sóng mang con đối với kí hiệu cụ thể đó. Báo hiệu kết thúc tín hiệu bootstrap này cho phép khả năng mở rộng bằng cách cho phép tăng số lượng kí hiệu trong tín hiệu bootstrap để tăng thêm dung lượng báo hiệu theo cách tương thích ngược mà không cần phải thay đổi số phiên bản chính hoặc số phiên bản phụ. Hoạt động đảo pha này chỉ đơn giản là bao gồm thao tác nhân mỗi giá trị sóng mang con với $e^{j\pi} = -1$:

Equ(8)

$$\tilde{s}_n(k) = \begin{cases} s_n(k) & 0 \leq n < N_s - 1 \\ -s_n(k) & n = N_s - 1 \end{cases}$$

Sự đảo pha này cho phép các bộ thu xác định đúng điểm kết thúc của tín hiệu bootstrap. Ví dụ, bộ thu có thể xác định điểm kết thúc của tín hiệu bootstrap đối với phiên bản phụ mà mới hơn phiên bản phụ mà bộ thu đã được thiết kế, và đã được mở rộng bởi một hoặc nhiều kí hiệu bootstrap. Kết

quả là, các bộ thu không cần phải giả định số lượng kí hiệu bootstrap cố định. Ngoài ra, các bộ thu có thể bỏ qua các nội dung bit báo hiệu của kí hiệu bootstrap mà bộ thu không được tạo ra để giải mã, nhưng vẫn phát hiện thấy sự có mặt của bản thân kí hiệu bootstrap đó.

Khi đã được ánh xạ, thì sau đó chuỗi miền tần số này được dịch sang miền thời gian thông qua IFFT có $N_{FFT} = 2048$ điểm:

Equ(9)

$$\tilde{A}_n(t) = \sum_{k=-(N_{ZC}-1)/2}^{-1} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi f_{\Delta T} s t} + \sum_{k=1}^{(N_{ZC}-1)/2} \tilde{s}_n(k) e^{j2\pi f_{\Delta T} s t}$$

Đặc tả bootstrap - Báo hiệu kí hiệu

Các thông tin được báo hiệu thông qua các kí hiệu bootstrap nhờ việc dịch vòng trong miền thời gian đối với chuỗi miền thời gian $A_n(t)$. Chuỗi này có độ dài là $N_{FFT} = 2048$ và do đó có 2048 lần dịch vòng khác nhau khả thi (từ 0 đến 2047). Với 2048 lần dịch vòng khả thi, thì có tới $\log_2(2048) = 11$ bit là có thể được báo hiệu. Cần hiểu rằng không phải tất cả trong số các bit này đều sẽ được sử dụng trên thực tế. Cụ thể là, N_b^n biểu thị số lượng bit báo hiệu mà được sử dụng cho kí hiệu bootstrap thứ n ($1 \leq n < N_s$), và $b_0^n, \dots, b_{N_b^n-1}^n$ biểu thị các giá trị của các bit đó.

Số lượng bit báo hiệu có hoạt động trong kí hiệu bootstrap nhận được có thể lớn hơn số lượng bit báo hiệu N_b^n mà bộ thu dự tính. Để tạo thuận lợi cho sự mở rộng báo hiệu trong tương lai trong khi vẫn giữ được khả năng tương thích ngược, thì bộ thu sẽ không giả định rằng số lượng bit báo hiệu có hoạt động trong kí hiệu bootstrap nhận được là không lớn hơn số lượng bit báo hiệu N_b^n mà bộ thu đó dự tính. Ví dụ, N_b^n đối với một hoặc nhiều kí hiệu bootstrap cụ thể có thể được tăng lên khi xác định phiên bản phụ mới trong cùng một phiên bản chính để tận dụng các bit báo hiệu chưa được sử dụng trước đó, trong khi vẫn giữ được tính tương thích ngược. Do đó, một bộ thu mà được tạo ra để giải mã các bit báo hiệu đối với phiên bản chính/phiên bản

phụ cụ thể thì có thể bỏ qua các bit báo hiệu bổ sung mới bất kì mà có thể được sử dụng trong phiên bản phụ mới hơn trong cùng một phiên bản chính.

Cần hiểu rằng, theo các ví dụ được mô tả ở đây, thì khoảng cách giữa các đỉnh tương quan giữa tín hiệu bootstrap của kí hiệu trong miền thời gian là cái mà mã hóa thông tin báo hiệu. Cụ thể là, $\text{symbol\#0}$ là điểm tham chiếu (lượng dịch tuyệt đối) và khoảng cách giữa điểm tham chiếu đó và các đỉnh sau đó (so với đỉnh đầu tiên) thì mang thông tin. Ý nghĩa của khoảng cách đó có thể được xác định, ví dụ, từ bảng tra cứu đã được xác định. Do đó, bộ thu sẽ không cố giải mã các bit, mà thay vào đó, sẽ cố nhận dạng các đỉnh tương quan. Khi bộ thu tìm thấy một đỉnh, nó sẽ chờ đợi đỉnh tiếp theo, và khoảng thời gian giữa các đỉnh này là có chứa thông tin báo hiệu. Điều này tạo ra hệ thống chống nhiễu tốt hơn vì khoảng chênh lệch thời gian giữa các đỉnh là dễ phát hiện hơn trong các điều kiện tạp âm cao, mặc dù việc sử dụng 256 lần dịch vòng, ví dụ, để biểu diễn 8 bit thông tin nhị phân có thể tương đối đắt đỏ. Tuy nhiên, việc báo hiệu thực tế đối với phần tải hữu ích theo sau tín hiệu bootstrap có thể vẫn bao gồm sơ đồ điều chế với các bit thực tế có mang thông tin.

Theo một ví dụ, một lần dịch vòng được biểu diễn dưới dạng $\tilde{M}_n$ ($0 \leq \tilde{M}_n < N_{FFT}$) đối với kí hiệu bootstrap thứ n ($1 \leq n < N_s$) so với lần dịch vòng đối với kí hiệu bootstrap trước đó. $\tilde{M}_n$ được tính toán từ các giá trị bit báo hiệu đối với kí hiệu bootstrap thứ n bằng phương pháp mã Gray. $\tilde{M}_n$ được biểu diễn dạng nhị phân dưới dạng tập hợp bit $m_{10}^n m_9^n \dots m_1^n m_0^n$. Mỗi bit trong số $\tilde{M}_n$ được tính như sau:

$$\text{Equ(10)}$$

$$m_i^n = \begin{cases} \left(\sum_{k=0}^{10-i} b_k^n \right) \bmod 2 & i > 10 - N_b^n \\ 1 & i = 10 - N_b^n \\ 0 & i < 10 - N_b^n \end{cases}$$

trong đó việc lấy tổng các bit báo hiệu, sau đó là phép toán môđun, sẽ thực hiện hiệu quả phép toán logic loại trừ OR đối với các bit báo hiệu đang xét.

Phương trình này sẽ bảo đảm rằng lượng dịch vòng tương đối $\tilde{M}_n$ sẽ được tính toán để cung cấp dung sai tối đa cho các sai số bất kì tại bộ thu khi ước tính lượng dịch vòng tương đối cho kí hiệu bootstrap nhận được. Nếu số lượng bit báo hiệu hợp lệ N_b^n đối với kí hiệu bootstrap cụ thể được tăng lên trong phiên bản phụ tương lai trong cùng một phiên bản chính, thì phương trình này cũng bảo đảm rằng những lượng dịch vòng tương đối đối với kí hiệu bootstrap có phiên bản phụ tương lai đó sẽ được tính theo cách mà sẽ vẫn cho phép bộ thu, mà được tạo ra cho phiên bản phụ cũ hơn, giải mã đúng các giá trị bit báo hiệu mà nó được tạo ra để giải mã, nhờ đó sẽ giữ được khả năng tương thích ngược.

Cần hiểu rằng nói chung thì khả năng chống nhiễu được dự tính của bit báo hiệu b_i^n sẽ lớn hơn so với của b_k^n nếu $i < k$.

Theo một ví dụ, kí hiệu bootstrap đầu tiên được dùng để đồng bộ thời gian ban đầu, và báo hiệu số phiên bản chính và số phiên bản phụ thông qua các tham số ZC-gốc và PN-hạt giống. Kí hiệu này không báo hiệu bất kì thông tin bổ sung nào, do đó luôn có lượng dịch vòng là 0.

Lượng dịch vòng tuyệt đối được mã hoá vi sai, M_n ($0 \leq M_n < N_{FFT}$), mà được áp dụng vào kí hiệu bootstrap thứ n , là được tính toán bằng cách lấy tổng lượng dịch vòng tuyệt đối đối với kí hiệu bootstrap $n-1$ và lượng dịch vòng tương đối đối với kí hiệu bootstrap n , lấy môđun chiều dài của chuỗi miền thời gian:

Equ(11)

$$M_n = \begin{cases} 0 & n = 0 \\ (M_{n-1} + \tilde{M}_n) \bmod N_{FFT} & 1 \leq n < N_S \end{cases}$$

Sau đó, thao tác dịch vòng tuyệt đối này được thực hiện để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch, từ kết quả ra của phép toán IFFT:

Equ(12)

$$A_n(t) = \tilde{A}_n((t + M_n) \bmod N_{FFT})$$

Đặc tả Bootstrap – Cấu trúc miền thời gian

Mỗi kí hiệu bootstrap bao gồm ba phần: A, B, và C, trong đó mỗi trong số các phần này đều bao gồm chuỗi mẫu miền thời gian có giá trị phức. Phần A được trích xuất dưới dạng IFFT của cấu trúc miền tần số với lượng dịch vòng phù hợp được áp dụng, còn B và C bao gồm các mẫu được lấy từ A với lượng dịch tần số $\pm f_\Delta$ (bằng với khoảng cách giữa các sóng mang con) và lượng dịch pha khả thi $e^{-j\pi}$ được đưa vào các chuỗi miền tần số đã được cắt bớt để tính các mẫu của phần B. Các phần A, B, và C này lần lượt bao gồm $N_A = N_{FFT} = 2048$, $N_B = 504$, và $N_C = 520$ mẫu. Do đó, mỗi kí hiệu bootstrap chứa $N_A + N_B + N_C = 3072$ mẫu với độ dài thời gian tương đương là $500 \mu s$.

Theo một ví dụ, cấu trúc miền thời gian bao gồm hai biến thể: CAB và BCA. Kí hiệu ban đầu của tín hiệu bootstrap (tức kí hiệu bootstrap 0), mà được tạo ra để dò sự đồng bộ, thì sử dụng biến thể C-A-B. Các kí hiệu bootstrap còn lại (tức kí hiệu bootstrap n , trong đó $1 \leq n < N_s$) tuân theo biến thể B-C-A mà bao gồm kí hiệu bootstrap chỉ thị kết thúc trường.

Cần hiểu rằng việc lặp lại một phần của tín hiệu bootstrap sẽ cho phép cải thiện việc đồng bộ và phát hiện ban đầu do bộ thu biết được sự lặp lại này theo thứ tự cụ thể, và làm cho tín hiệu trở nên dễ phát hiện và dễ khoá hơn, ngay cả trong các điều kiện tạp âm cao.

Fig.10A là hình vẽ thể hiện cấu trúc CAB 1010 ví dụ. Theo ví dụ này, phần C 1012 bao gồm $N_B=504$ mẫu cuối cùng của phần A 1014 với lượng dịch tần số là $+f_\Delta$ và lượng dịch pha là $e^{-j\pi}$ được áp dụng vào chuỗi miền tần số khởi nguồn $S_n(k)$ mà được dùng để tính phần A 1014. Các mẫu đối với phần B 1016 có thể được coi là phép đảo của N_B mẫu cuối cùng của chuỗi miền thời gian đã được dịch vòng tính được, trong đó chuỗi miền tần số đầu vào là bằng $S_n(k)$ được dịch một vị trí sóng mang con lên tần số cao hơn (tức là, $S_n(k) = S_n((k - 1 + N_{FFT}) \bmod N_{FFT})$, với $S_n(k)$ là chuỗi miền tần số

đầu vào để tạo ra các mẫu đã được dịch tần số và pha đối với phần B 1016). Theo cách khác, các lượng dịch tần số và pha để tạo ra các mẫu của phần B 1016 là có thể được thực hiện trong miền thời gian bằng cách nhân các mẫu được trích xuất phù hợp từ phần A 1014 với $e^{j2\pi f_{\Delta}t}$ như được thể hiện trong phương trình:

Equ(13)

$$S_{CAB}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_S) & 0 \leq t < 520T_S \\ A_n(t - 520T_S) & 520T_S \leq t < 2568T_S \\ A_n(t - 1024T_S)e^{j2\pi f_{\Delta}t} & 2568T_S \leq t < 3072T_S \\ 0 & \text{với các trường hợp còn lại} \end{cases}$$

Fig.10B là hình vẽ thể hiện cấu trúc BCA 1020 ví dụ. Theo ví dụ này, phần C 1012 cũng bao gồm $N_C = 520$ mẫu cuối cùng của phần A 1014, nhưng phần B 1016 bao gồm $N_B = 504$ mẫu đầu tiên của phần C 1012 với lượng dịch tần số là $-f_{\Delta}$ được áp dụng vào các chuỗi miền tần số khởi nguồn $S_n(k)$ mà được dùng để tính phần A 1014. Theo cách tương tự như đã mô tả đối với cấu trúc CAB 1010 ví dụ, các mẫu đối với phần B 1016 có thể được coi là N_B mẫu cuối cùng của chuỗi miền thời gian đã được dịch vòng tính được, trong đó chuỗi miền tần số đầu vào là bằng $S_n(k)$ được dịch một vị trí sóng mang con xuống tần số thấp hơn (tức là, $S_n(k) = S_n((k-1) \bmod N_{FFT})$, với $S_n(k)$ là chuỗi miền tần số đầu vào để tạo ra các mẫu đã được dịch tần số đối với phần B 1016). Theo cách khác, việc dịch tần số để tạo ra các mẫu của phần B 1016 là có thể được thực hiện trong miền thời gian bằng cách nhân các mẫu phù hợp của phần A 1014 với $e^{-j2\pi f_{\Delta}t}$ với lượng dịch thời gian không đổi là $-520T$, mà được dùng để trích xuất đúng các mẫu phù hợp của phần A 1014, như được thể hiện trong phương trình:

Equ(14)

$$S_{BCA}^n(t) = \begin{cases} A_n(t + 1528T_s)e^{-j2\pi f_\Delta(t-520)} & 0 \leq t < 504T_s \\ A_n(t - 1024T_s) & 504T_s \leq t < 1024T_s \\ A_n(t - 1024T_s) & 1024T_s \leq t < 3072T_s \\ 0 & \text{với các trường hợp còn lại} \end{cases}$$

Cần hiểu rằng các mẫu đối với phần B 1016 là có thể được lấy từ các phần khác nhau một chút của phần A 1014 đối với mỗi trong số cấu trúc CAB 1010 và cấu trúc BCA 1020.

Cấu trúc tín hiệu Bootstrap

Cấu trúc tín hiệu bootstrap được nêu làm ví dụ sẽ được mô tả ở đây. Một tập hợp hoặc cấu trúc báo hiệu bao gồm các giá trị thông số cấu hình, danh sách trường thông tin điều khiển, và sự ấn định các giá trị và các trường này vào các bit báo hiệu cụ thể. Cần hiểu rằng cấu trúc tín hiệu bootstrap có thể có dạng phù hợp khác, mà khác với ví dụ được mô tả ở đây.

Cấu trúc tín hiệu bootstrap ví dụ được mô tả ở đây có thể áp dụng khi số phiên bản chính bằng 0. Căn (q) của chuỗi ZC tương ứng là 137. Số lượng kí hiệu cơ sở (bao gồm kí hiệu đồng bộ ban đầu) trong tín hiệu bootstrap sẽ là $N_s = 4$. Cần hiểu rằng việc $N_s = 4$ biểu thị số lượng kí hiệu tối thiểu mà có thể được truyền. Do đó, để cho phép truyền các bit báo hiệu bổ sung, thì $N_s = 4$ biểu thị số lượng kí hiệu tối thiểu (nhưng không nhất thiết phải là tối đa) mà sẽ được truyền trong tín hiệu bootstrap.

Theo một ví dụ, đa thức sinh đối với bộ tạo chuỗi giả tạp âm được xác định là:

Equ(15)

$$g = \{g_l, \dots, g_0\} = \{1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 1\} = [16 \ 15 \ 14 \ 1 \ 0]$$

$$p(x) = x^{16} + x^{15} + x^{14} + x + 1$$

và trạng thái thanh ghi ban đầu đối với bộ tạo chuỗi giả tạp âm được xác định là:

Equ(16)

$$r_{init} = \{r_{l-1}, \dots, r_0\} = \{0,0, \dots, 0,1\}$$

Theo một ví dụ, trạng thái thanh ghi ban đầu của bộ tạo chuỗi PN đối với phiên bản phụ của tín hiệu bootstrap được chọn trong phiên bản chính cụ thể được đặt bằng giá trị được chọn từ danh sách giá trị định trước để báo hiệu phiên bản phụ tương ứng đang được sử dụng. Bảng 1 thể hiện các trạng thái thanh ghi ban đầu ví dụ của bộ tạo chuỗi PN đối với các phiên bản phụ tương ứng.

$r_{init} = (r_{l-1}, \dots, r_0)$		
Phiên bản phụ của tín hiệu bootstrap	Nhị phân	Thập lục phân
0	0000 0001 1001 1101	0x019D
1	0000 0000 1110 1101	0x00ED
2	0000 0001 1110 1000	0x01E8
3	0000 0000 1110 1000	0x00E8
4	0000 0000 1111 1011	0x00FB
5	0000 0000 0010 0001	0x0021
6	0000 0000 0101 0100	0x0054
7	0000 0000 1110 1100	0x00EC

Bảng 1 - trạng thái thanh ghi ban đầu của bộ tạo chuỗi PN

Cấu trúc tín hiệu bootstrap này có thể bao gồm các trường báo hiệu bổ sung đi theo sau tín hiệu phiên bản chính và tín hiệu phiên bản phụ. Ví dụ, cấu trúc tín hiệu này có thể bao gồm bit đánh thức. Đây có thể là, ví dụ, bit đánh thức cảnh báo khẩn cấp. Đây là trường 1 bit mà là bật (1) hoặc tắt (0).

Cấu trúc tín hiệu này có thể còn bao gồm trường Minimum Time Interval to Next Frame of Same Major and Minor Version (khoảng thời gian tối thiểu đến khung kế tiếp của cùng một phiên bản chính và phiên bản phụ). Trường này được xác định là khoảng thời gian đo được từ điểm bắt đầu của tín hiệu bootstrap đối với khung A đến điểm bắt đầu khả thi sớm nhất của tín hiệu bootstrap đối với khung B. Tín hiệu Bootstrap B được bảo đảm nằm trong cửa sổ thời gian bắt đầu tại giá trị khoảng thời gian nhỏ nhất được báo hiệu và kết thúc tại giá trị khoảng thời gian nhỏ nhất cao hơn kế tiếp mà có

thể đã được báo hiệu. Nếu giá trị khoảng thời gian nhỏ nhất khả thi nhất được báo hiệu, thì cửa sổ thời gian này chưa bị kết thúc. Các công thức ánh xạ tín hiệu ví dụ có thể được xác định dưới dạng:

Equ(17)

T

$$= \begin{cases} T = 50 \times X + 50 & 0 \leq X < 8) \\ T = 100 \times (X - 8) + 500 & 8 \leq X < 16) \\ T = 200 \times (X - 16) + 1300 & 16 \leq X < 24) \\ T = 400 \times (X - 24) + 2900 & 24 \leq X < 32) \end{cases}$$

Do đó, giá trị được báo hiệu ví dụ là $X=10$ sẽ cho biết rằng tín hiệu bootstrap B nằm đâu đó trong cửa sổ thời gian mà bắt đầu tại điểm cách điểm bắt đầu của tín hiệu bootstrap A là 700 ms và kết thúc tại điểm cách điểm bắt đầu của tín hiệu bootstrap A là 800 ms.

Số lượng này được báo hiệu thông qua thang trượt với độ chi tiết tăng dần khi giá trị khoảng thời gian nhỏ nhất được báo hiệu tăng dần. X biểu thị giá trị 5 bit được báo hiệu và T biểu thị khoảng thời gian nhỏ nhất, tính bằng mili giây, đến khung kế tiếp mà khớp với cùng một số phiên bản như khung hiện tại. Bảng 2 thể hiện các giá trị ví dụ.

Chỉ số	Giá trị bit	Khoảng thời gian nhỏ nhất (ms)
0	00000	50
1	00001	100
2	00010	150
3	00011	200
4	00100	250
5	00101	300
6	00110	350
7	00111	400
8	01000	500
9	01001	600
10	01010	700

11	01011	800
12	01100	900
13	01101	1000
14	01110	1100
15	01111	1200
16	10000	1300
17	10001	1500
18	10010	1700
19	10011	1900
20	10100	2100
21	10101	2300
22	10110	2500
23	10111	2700
24	11000	2900
25	11001	3300
26	11010	3700
27	11011	4100
28	11100	4500
29	11101	4900
30	11110	5300
31	11111	5700

Bảng 2 - Ví dụ về khoảng thời gian nhỏ nhất đến khung kế tiếp

Cấu trúc tín hiệu này có thể còn bao gồm trường System Bandwidth (băng thông hệ thống). Trường này báo hiệu băng thông hệ thống mà được dùng cho phần hậu bootstrap của khung hiện tại. Các giá trị bao gồm 00=6MHz, 01=7MHz, 10=8MHz, 11= lớn hơn 8 MHz. Cần hiểu rằng tùy chọn “lớn hơn 8 MHz” sẽ tạo điều kiện thuận lợi cho hoạt động trong tương lai mà sử dụng băng thông hệ thống lớn hơn 8 MHz. Các bộ thu mà không được tạo ra để xử lý băng thông hệ thống lớn hơn 8 MHz thì có thể bỏ qua các khung mà trong đó trường này bằng 11.

Bảng 3 thể hiện việc các trường báo hiệu bootstrap được ánh xạ vào các bit báo hiệu và các kí hiệu bootstrap cụ thể, theo một ví dụ. Các bit có nghĩa nhất đến các bit ít có nghĩa nhất của mỗi trường báo hiệu được ánh xạ vào các bit báo hiệu được chỉ định theo thứ tự cụ thể từ trái sang phải. Cần hiểu rằng b_i^n là bit báo hiệu thứ i của kí hiệu bootstrap thứ n , và rằng kí hiệu bootstrap 0 không mang bất kì bit báo hiệu cụ thể nào.

Tên trường	# Bit	Ánh xạ bit báo hiệu (MSB (bit có nghĩa nhất) đến LSB (bit ít có nghĩa nhất))
Số phiên bản chính của hệ thống	0	không có
Số phiên bản phụ của hệ thống	0	không có
Khoảng thời gian nhỏ nhất đến khung kế tiếp của cùng một phiên bản chính và phiên bản phụ	5	$b_3^1 \ b_4^1 \ b_5^1 \ b_6^1 \ b_7^1$
Đánh thức EAS (hệ thống cảnh báo khẩn cấp)	1	b_0^1
Bảng thông hệ thống	2	$b_1^1 \ b_2^1$
BSR_COEFFICIENT	7	$b_0^2 \ b_1^2 \ b_2^2 \ b_3^2 \ b_4^2 \ b_5^2 \ b_6^2$
Bộ chỉ thị cấu trúc mào đầu	6	$b_0^3 \ b_1^3 \ b_2^3 \ b_3^3 \ b_4^3 \ b_5^3$
Số lượng lớp LDM (ghép kênh phân chia theo lớp)	1	b_6^3

Bảng 3 - Ví dụ về các ánh xạ bit báo hiệu bootstrap

Fig.11 là hình vẽ thể hiện một ví dụ về phương pháp truyền thông có thể mở rộng được. Ở bước 1102, môđun thứ nhất nhận giá trị chỉ số gốc và tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị gốc này. Ở bước 1104, môđun thứ hai nhận giá trị hạt giống và tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống này. Ở bước 1106, môđun thứ ba điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi

giả tập âm này và tạo ra chuỗi phức. Ở bước 1108, môđun thứ tư dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian và áp dụng thao tác dịch vòng đối với chuỗi miền thời gian này để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.

Phương án nào trong số các phương án khác nhau được mô tả ở đây cũng đều có thể được thực hiện dưới dạng bất kì trong số các dạng khác nhau, ví dụ, dưới dạng phương pháp được thực hiện bằng máy tính, dưới dạng phương tiện nhớ đọc được bằng máy tính, dưới dạng hệ thống máy tính, v.v.. Một hệ thống có thể được thực hiện bằng một hoặc nhiều thiết bị phần cứng được thiết kế tùy biến, chẳng hạn các mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), một hoặc nhiều phần tử phần cứng lập trình được, chẳng hạn các mảng cổng lập trình được dạng trường (Field Programmable Gate Array - FPGA), một hoặc nhiều bộ xử lý thực thi các chỉ dẫn chương trình được lưu giữ, hoặc tổ hợp bất kì của các yếu tố nêu trên.

Theo một số phương án, phương tiện nhớ bất biến đọc được bằng máy tính có thể được tạo cấu hình để lưu giữ các chỉ dẫn chương trình và/hoặc dữ liệu, trong đó các chỉ dẫn chương trình này, nếu được thực thi bởi hệ thống máy tính, thì làm cho hệ thống máy tính đó thực hiện phương pháp, ví dụ, phương pháp bất kì theo các phương án về phương pháp được mô tả ở đây, hoặc, tổ hợp bất kì của các phương án về phương pháp được mô tả ở đây, hoặc, tập hợp con bất kì của bất kì trong số các phương án về phương pháp được mô tả ở đây, hoặc, tổ hợp bất kì của các tập hợp con này.

Theo một số phương án, một hệ thống máy tính có thể được tạo cấu hình để bao gồm bộ xử lý (hoặc tập hợp các bộ xử lý) và phương tiện nhớ, trong đó phương tiện nhớ này lưu giữ các chỉ dẫn chương trình, trong đó bộ xử lý này được tạo cấu hình để đọc và thực thi các chỉ dẫn chương trình từ phương tiện nhớ này, trong đó các chỉ dẫn chương trình này có thể được thực thi để thực hiện phương pháp bất kì theo các phương án về phương pháp khác nhau được mô tả ở đây (hoặc tổ hợp bất kì của các phương án về phương pháp

được mô tả ở đây, hoặc tập hợp con bất kì của bất kì trong số các phương án về phương pháp được mô tả ở đây, hoặc tổ hợp bất kì của các tập hợp con này). Hệ thống máy tính này có thể được thực hiện dưới dạng bất kì trong số các dạng khác nhau. Ví dụ, hệ thống máy tính này có thể là máy tính cá nhân (dưới dạng bất kì theo những cách thức thực hiện khác nhau của nó), trạm làm việc, máy tính gắn trên cạc, máy tính chuyên dụng trong hộp, máy chủ, máy khách, thiết bị cầm tay, thiết bị di động, máy tính đeo được, thiết bị cảm biến, máy thu hình, thiết bị thu video, máy tính được cấy trong sinh vật sống, v.v.. Hệ thống máy tính này có thể bao gồm một hoặc nhiều thiết bị hiển thị. Kết quả bất kì trong số các kết quả điện toán khác nhau được bộc lộ ở đây đều có thể được hiển thị thông qua thiết bị hiển thị hoặc được thể hiện dưới dạng kết quả ra thông qua thiết bị giao diện người dùng.

Khi từ ngữ “bao gồm” được sử dụng trong bản mô tả hoặc trong các điểm yêu cầu bảo hộ, thì từ ngữ này là nhằm bao gồm cả ý nghĩa tương tự như từ ngữ “gồm” khi từ ngữ đó được hiểu khi được dùng làm từ ngữ chuyển tiếp trong điểm yêu cầu bảo hộ. Ngoài ra, khi từ ngữ “hoặc” được sử dụng (ví dụ, A hoặc B), thì từ ngữ này là nhằm có nghĩa là “A hoặc B hoặc cả hai”. Nếu định thể hiện rằng “chỉ A hoặc B chứ không cả hai”, thì câu “chỉ A hoặc B chứ không cả hai” sẽ được sử dụng. Do đó, việc sử dụng từ ngữ “hoặc” ở đây là nhằm ý nghĩa bao gồm, chứ không phải ý nghĩa loại trừ. Xem thêm tài liệu của Bryan A. Garner, với tiêu đề *A Dictionary of Modern Legal Usage* 624 (2d. Ed. 1995). Ngoài ra, khi các từ ngữ “trong” hoặc “vào” được sử dụng trong bản mô tả hoặc trong các điểm yêu cầu bảo hộ, thì chúng còn nhằm có nghĩa là “trên” hoặc “lên”. Ngoài ra, khi thuật ngữ “nối” được sử dụng trong bản mô tả hoặc các điểm yêu cầu bảo hộ, thì thuật ngữ này không chỉ có nghĩa là “được nối trực tiếp với” mà còn có nghĩa là “được nối gián tiếp với”, chẳng hạn được nối qua thành phần hoặc các thành phần khác.

Mặc dù sáng chế đã được thể hiện dựa vào phần mô tả các phương án của sáng chế, và mặc dù các phương án đó đã được mô tả khá chi tiết, nhưng

phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo không bị giới hạn ở các chi tiết được mô tả này. Người có kiến thức trung bình trong lĩnh vực có thể dễ dàng nhận thấy các ưu điểm khác và tạo ra những phương án cải biến. Do đó, theo nghĩa rộng, thì sáng chế không bị giới hạn ở các chi tiết cụ thể, các thiết bị và phương pháp đại diện, và các ví dụ minh họa đã được thể hiện và mô tả. Do đó, các phương án khác có thể được tạo ra dựa vào các chi tiết nêu trên mà không nằm ngoài phạm vi tổng quát của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống truyền thông mở rộng được, trong đó hệ thống này bao gồm:
 - bộ nhớ lưu giữ các chỉ dẫn chương trình; và
 - bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình này, được tạo cấu hình để:
 - chọn giá trị chỉ số gốc để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản chính, trong đó số phiên bản chính này tương ứng với loại dịch vụ hoặc chế độ mà cần được truyền thông đến thiết bị thu;
 - tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị chỉ số gốc được chọn;
 - chọn giá trị hạt giống để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản phụ trong số phiên bản chính;
 - tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống được chọn;
 - điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này và tạo ra chuỗi phức; và
 - dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian.
2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó giá trị chỉ số gốc được chọn bao gồm số không phải nguyên tố.
3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra chuỗi giả tạp âm nhờ sử dụng thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính.
4. Hệ thống theo điểm 3, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để vận hành thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính dựa trên đa thức sinh chỉ định các đường nhánh trên đường hồi tiếp của thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính.
5. Hệ thống theo điểm 3, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để vận hành thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính dựa trên đa thức sinh chỉ định các đường nhánh trên đường hồi tiếp của thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính, trong đó đặc tả của đa

thức sinh này và trạng thái ban đầu của thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính biểu thị giá trị hạt giống.

6. Hệ thống theo điểm 1, trong đó chuỗi miền thời gian bao gồm tín hiệu đồng bộ.

7. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để áp dụng sự dịch vòng cho chuỗi miền thời gian để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch, chuỗi miền thời gian đã được dịch này bao gồm báo hiệu điều khiển được tạo cấu hình để cho phép nhận và giải mã dạng sóng.

8. Hệ thống theo điểm 1, trong đó để điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi bằng chuỗi giả tạp âm, thì bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra tích của chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi và chuỗi giả tạp âm này để có sự đối xứng phản xạ quanh sóng mang con DC (Direct Current - dòng điện một chiều).

9. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để áp dụng sự dịch vòng cho chuỗi miền thời gian để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.

10. Hệ thống theo điểm 9, trong đó sự dịch vòng là biểu thị của thông tin truyền thông.

11. Hệ thống theo điểm 9, trong đó chuỗi miền thời gian đã được dịch là một ký hiệu trong số nhiều ký hiệu, và bộ xử lý còn được tạo cấu hình để tạo ra sự dịch vòng của một ký hiệu này dựa trên sự dịch vòng tuyệt đối của ký hiệu đi trước và sự dịch vòng tương đối của một ký hiệu này, sự dịch vòng tương đối này là tương đối so với sự dịch vòng tuyệt đối của ký hiệu đi trước này.

12. Hệ thống theo điểm 11, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để đảo ký hiệu cuối cùng trong số các ký hiệu nêu trên so với ký hiệu đi trước ký hiệu cuối cùng này để chỉ thị sự kết thúc của các ký hiệu này.

13. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bộ xử lý còn được tạo cấu hình để phát quảng bá chuỗi miền thời gian đến nhiều thiết bị thu, trong đó chuỗi miền thời gian này cho phép các thiết bị thu đó nhận dạng dạng sóng theo sau là chuỗi miền thời gian này.

14. Phương pháp truyền thông mở rộng được, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

chọn giá trị chỉ số gốc để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản chính, trong đó số phiên bản chính này tương ứng với loại dịch vụ hoặc chế độ mà cần được truyền thông đến thiết bị thu;

tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị chỉ số gốc được chọn;

chọn giá trị hạt giống để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản phụ trong số phiên bản chính;

tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống được chọn;

điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này và tạo ra chuỗi phức; và

dịch chuỗi phức này sang chuỗi miền thời gian.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó giá trị chỉ số gốc được chọn bao gồm số không phải nguyên tố.

16. Phương pháp theo điểm 14, trong đó chuỗi miền thời gian bao gồm tín hiệu đồng bộ.

17. Phương pháp theo điểm 14, trong đó bước điều chế bao gồm bước:

tạo ra tích của chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi và chuỗi giả tạp âm mà có sự đối xứng phản xạ quanh sóng mang con DC.

18. Phương pháp theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

áp dụng sự dịch vòng cho chuỗi miền thời gian để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch.

19. Phương pháp theo điểm 18, trong đó sự dịch vòng là biểu thị của thông tin truyền thông.

20. Phương pháp theo điểm 18, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:
đưa, vào chuỗi miền thời gian đã được dịch, báo hiệu điều khiển được tạo cấu hình để cho phép nhận và giải mã dạng sóng.

21. Phương pháp theo điểm 18, trong đó chuỗi miền thời gian đã được dịch là một ký hiệu trong số nhiều ký hiệu, và phương pháp này còn bao gồm bước:
tạo ra sự dịch vòng dựa trên sự dịch vòng tuyệt đối của ký hiệu đi trước và sự dịch vòng tương đối của một ký hiệu này.

22. Phương pháp theo điểm 21, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:
đảo ký hiệu cuối cùng trong số các ký hiệu nêu trên so với ký hiệu đi trước ký hiệu cuối cùng này để chỉ thị sự kết thúc của các ký hiệu này.

23. Phương pháp theo điểm 14, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:
phát quang bá chuỗi miền thời gian đến nhiều thiết bị thu.

24. Thiết bị phát, trong đó thiết bị này bao gồm:
bộ nhớ lưu giữ các chỉ dẫn chương trình; và
bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình này, được tạo cấu hình để:
tạo ra chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi dựa trên giá trị chỉ số gốc, trong đó giá trị chỉ số gốc này được chọn để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản chính, và số phiên bản chính này tương ứng với loại dịch vụ hoặc chế độ mà cần được truyền thông đến thiết bị thu;

tạo ra chuỗi giả tạp âm dựa trên giá trị hạt giống, trong đó giá trị hạt giống này được chọn để báo hiệu cho thiết bị thu về số phiên bản phụ trong số phiên bản chính;

điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi nêu trên bằng chuỗi giả tạp âm này để tạo ra chuỗi phức;

ánh xạ chuỗi phức này vào nhiều sóng mang con; và

biến đổi chuỗi phức được ánh xạ này thành chuỗi miền thời gian.

25. Thiết bị phát theo điểm 24, trong đó để ánh xạ chuỗi phức, thì bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để:

đặt bằng không đối với giá trị của chuỗi phức mà ánh xạ đến sóng mang con DC.

26. Thiết bị phát theo điểm 24, trong đó bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để:

áp dụng sự dịch vòng cho chuỗi miền thời gian để thu được chuỗi miền thời gian đã được dịch,

trong đó chuỗi miền thời gian đã được dịch là một ký hiệu trong số nhiều ký hiệu, và sự dịch vòng này là được tạo ra dựa trên sự dịch vòng tuyệt đối của ký hiệu đi trước và sự dịch vòng tương đối của một ký hiệu này.

27. Thiết bị phát theo điểm 26, trong đó để áp dụng sự dịch vòng, thì bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để:

cộng sự dịch vòng tương đối và sự dịch vòng tuyệt đối trước khi áp dụng sự dịch vòng.

28. Thiết bị phát theo điểm 26, trong đó bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để:

đảo ký hiệu cuối cùng trong số các ký hiệu nêu trên so với ký hiệu đi trước ký hiệu cuối cùng này để chỉ thị sự kết thúc của các ký hiệu này.

29. Thiết bị phát theo điểm 26, trong đó bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để truyền chuỗi miền thời gian đã được dịch đến thiết bị thu, và trong đó sự dịch vòng của chuỗi miền thời gian đã được dịch này biểu thị thông tin truyền thông.

30. Thiết bị phát theo điểm 29, trong đó bằng cách điều chế chuỗi tự tương quan bằng không có biên độ không đổi bằng chuỗi giả tạp âm, thì bộ xử lý được tạo cấu hình để tạo ra chuỗi miền thời gian đã được dịch mà cho phép thiết bị thu phát hiện chuỗi miền thời gian đã được dịch này trong điều kiện tạp âm cao.

31. Thiết bị phát theo điểm 24, trong đó bộ xử lý, khi thực thi các chỉ dẫn chương trình, còn được tạo cấu hình để phát quảng bá chuỗi miền thời gian đến nhiều thiết bị thu.

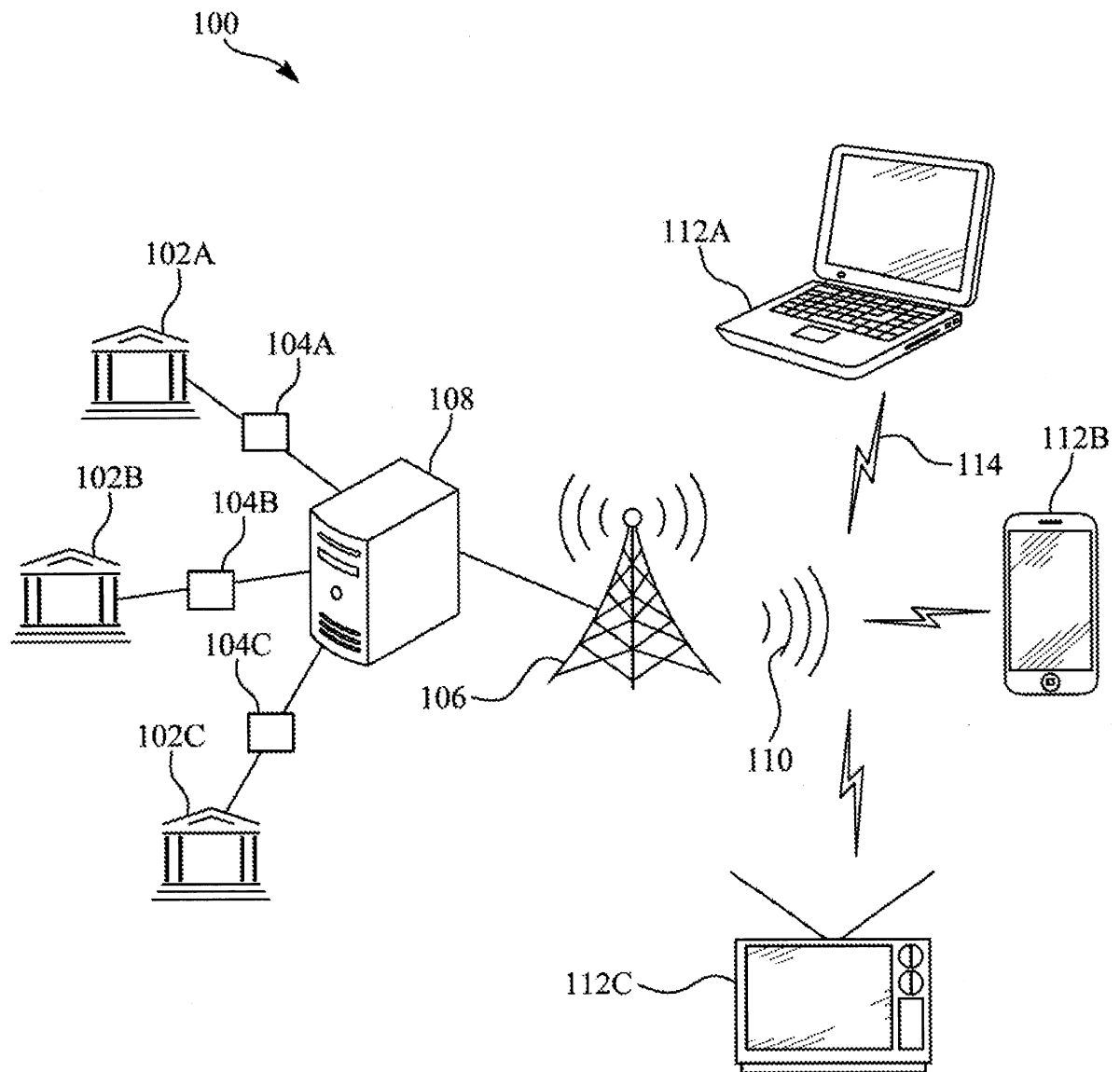


Fig.1

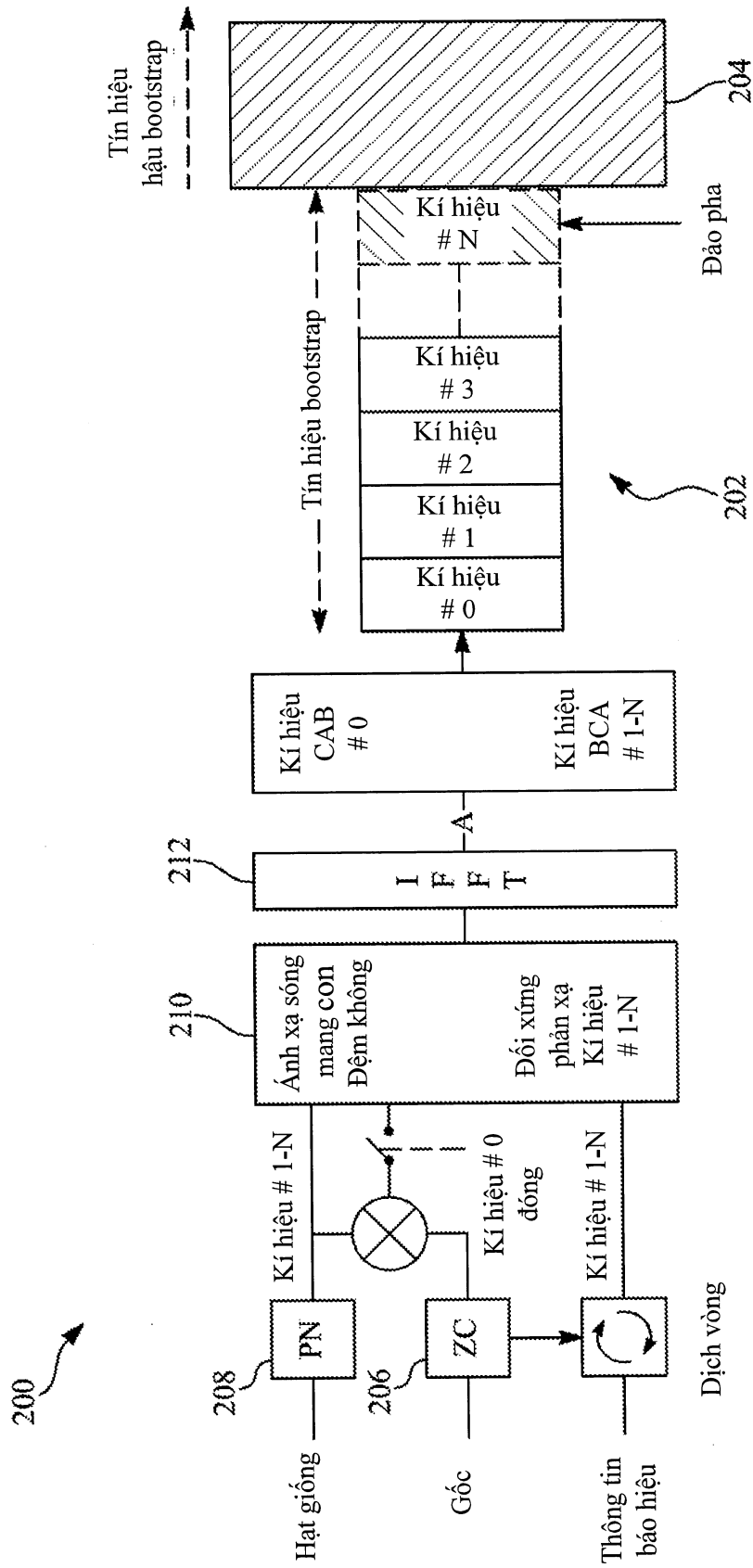


Fig.2

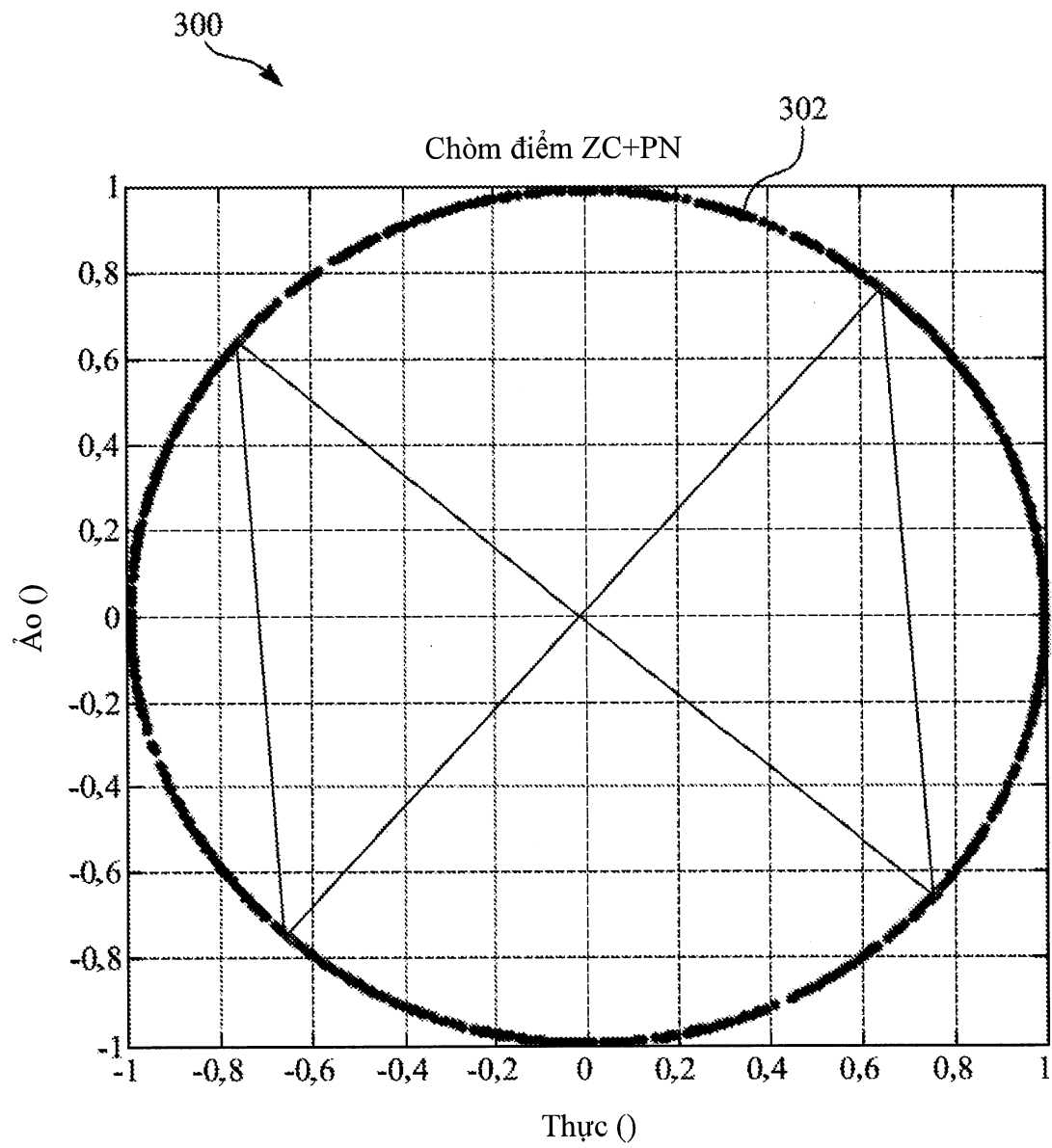


Fig.3

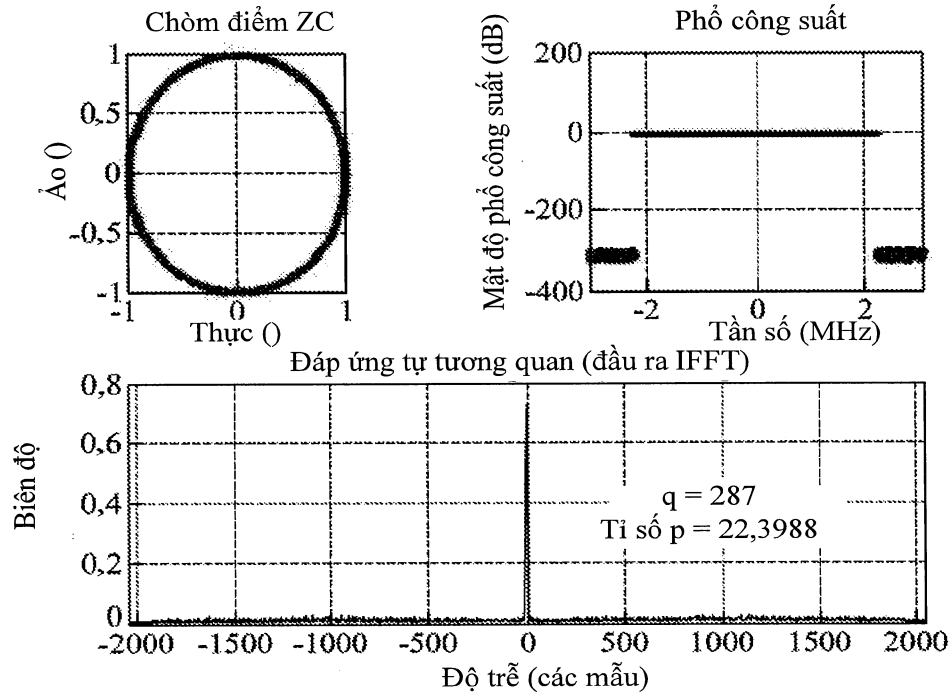


Fig.4A

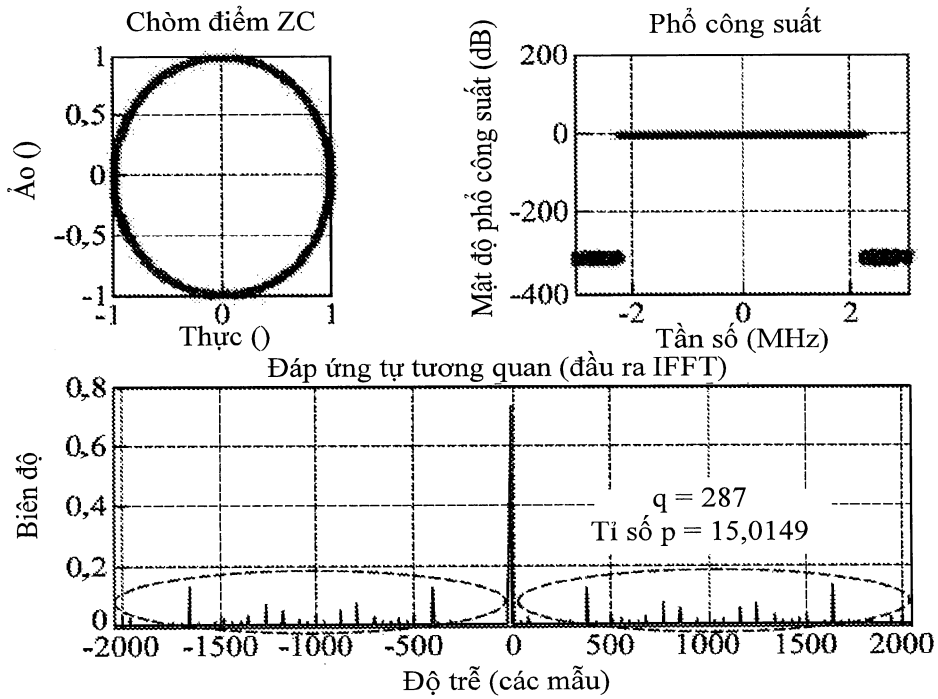


Fig.4B

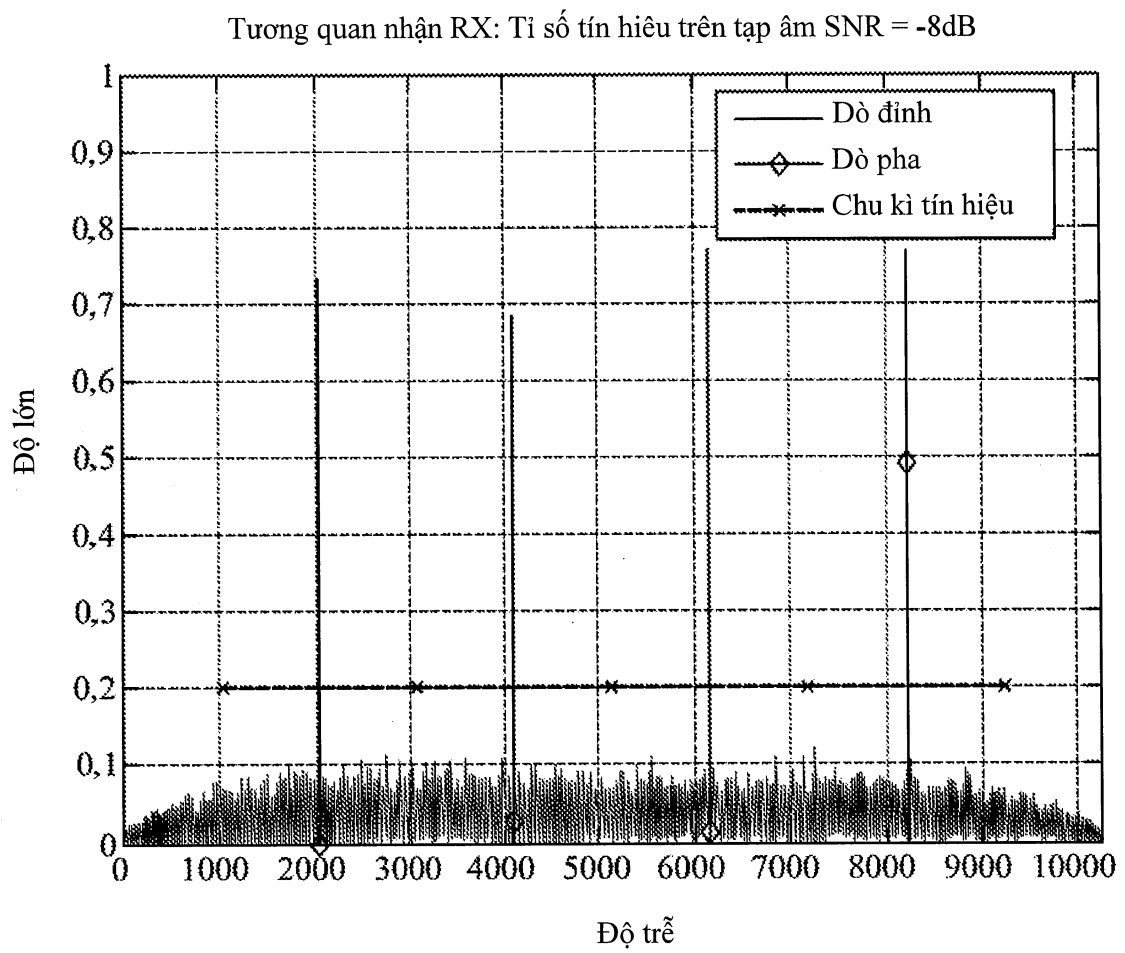


Fig.5

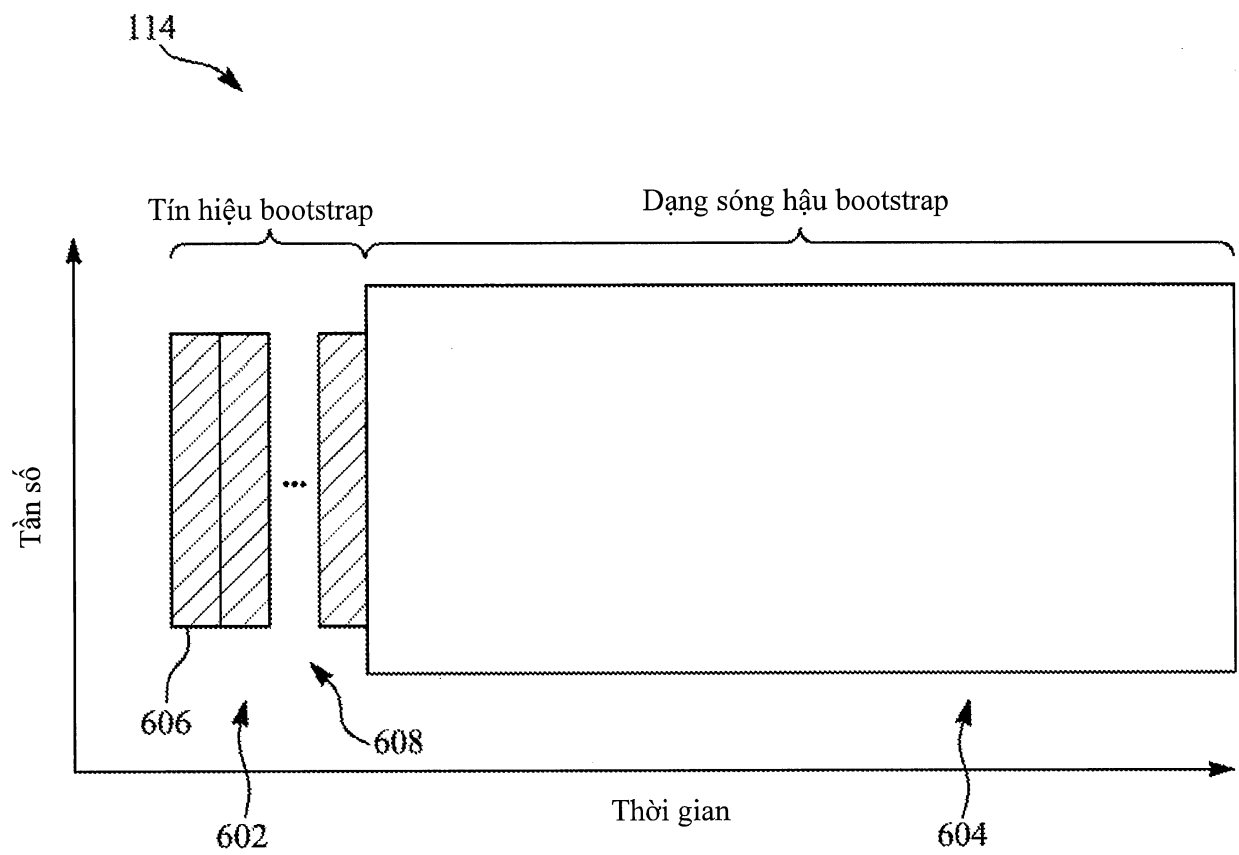


Fig.6

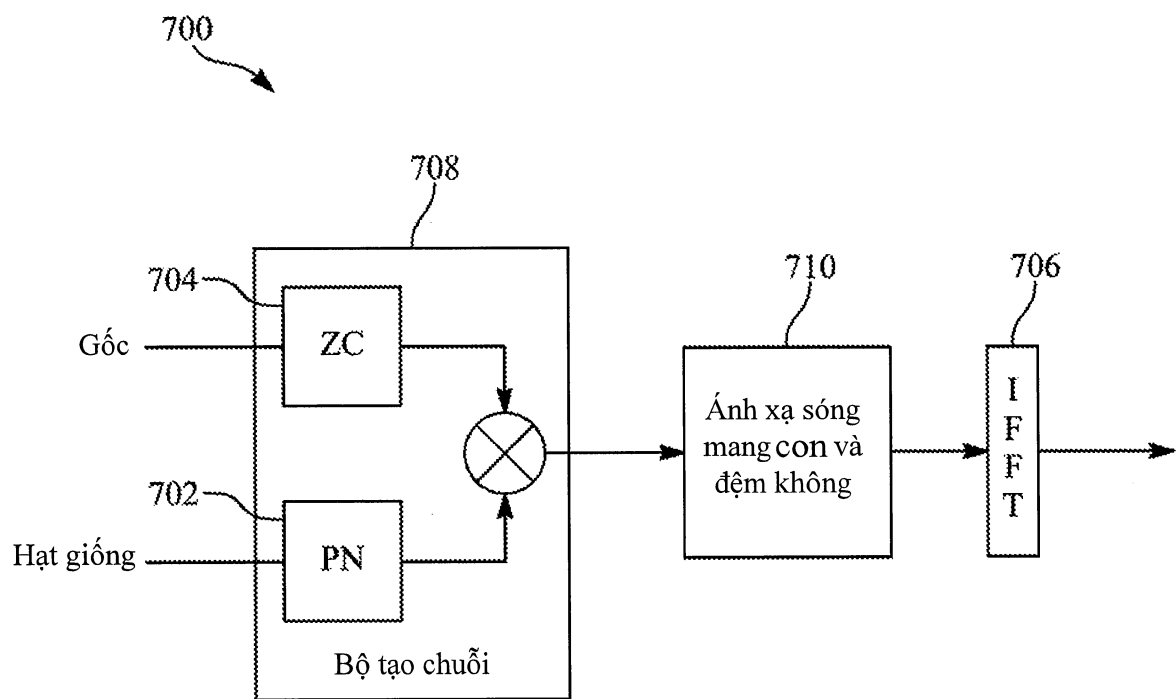


Fig.7

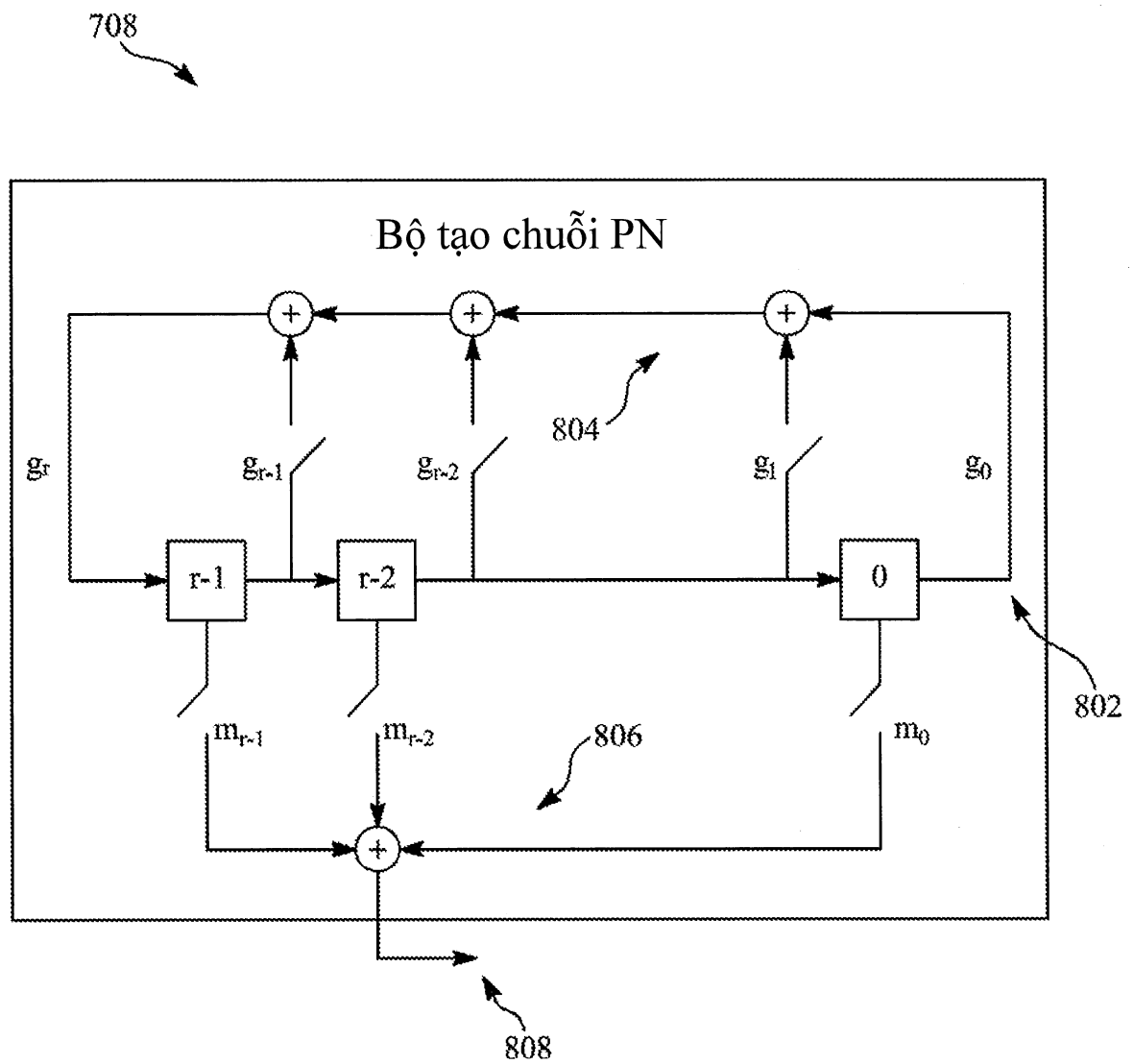


Fig.8

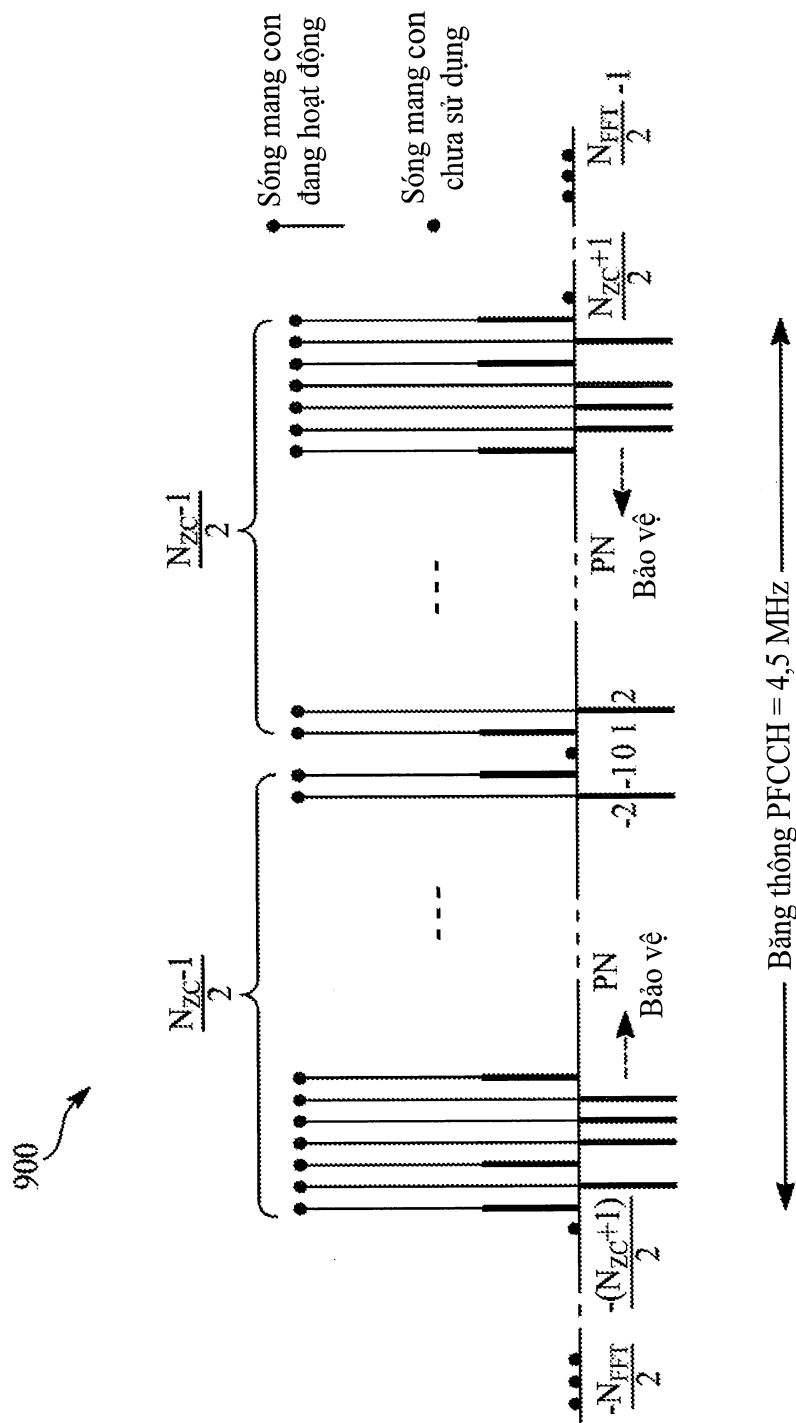


Fig.9

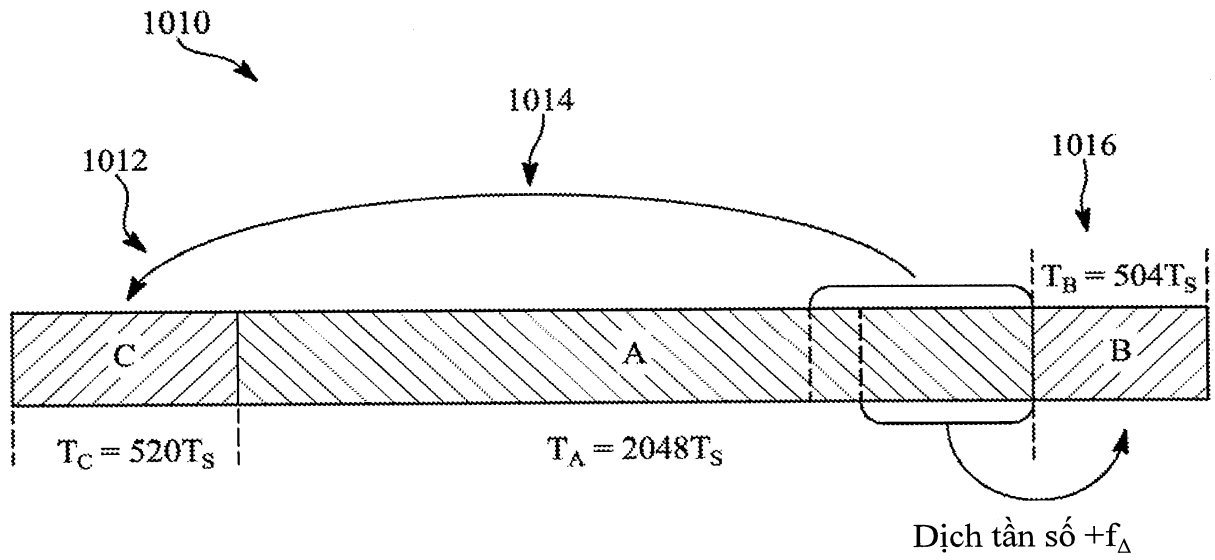


Fig.10A

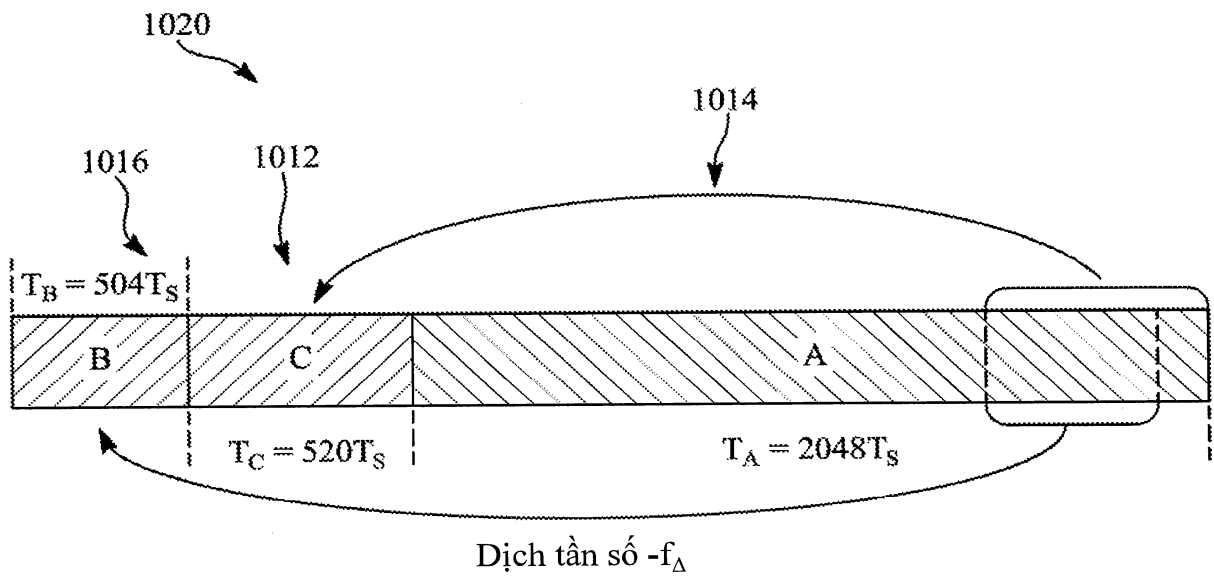


Fig.10B

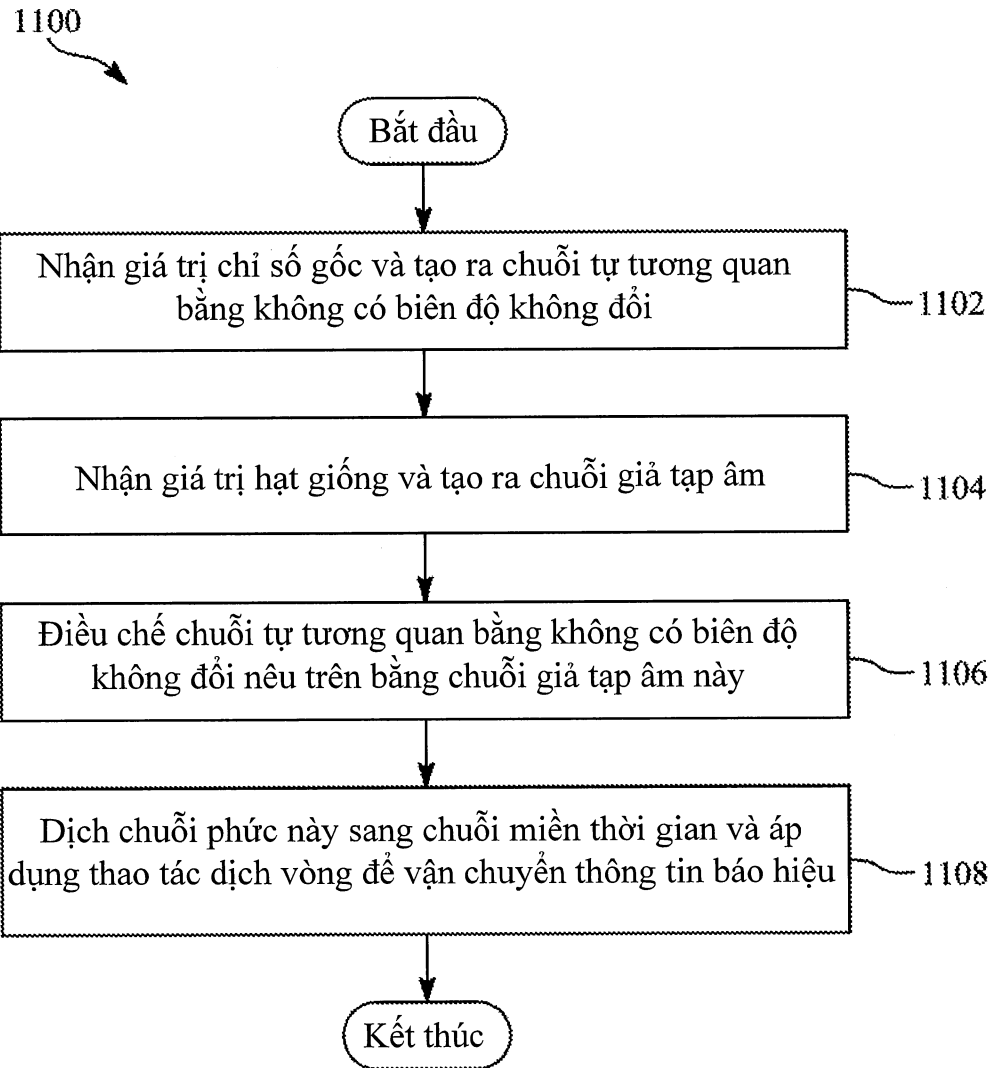


Fig.11