



(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)



1-0038016

(51)^{2020.01} H04W 74/00

(13) B

(21) 1-2021-06106

(22) 30/09/2021

(45) 25/12/2023 429

(43) 25/01/2022 406

(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VN)

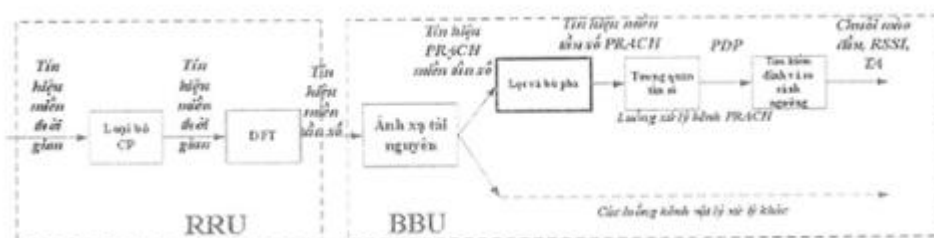
Lô D26 Khu đô thị mới Cầu Giấy, phường Yên Hoà, quận Cầu Giấy, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Trung Tiên (VN); Lương Xuân Hào (VN); Lê Trường Giang (VN); Nguyễn Hữu Tùng (VN); Phan Quang Huy (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP XỬ LÝ DỮ LIỆU KÊNH TRUY CẬP NGẪU NHIÊN TRONG 5G BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÙ PHA MIỀN TẦN SỐ

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý dữ liệu kênh truy cập ngẫu nhiên (PRACH - Physical Random Access) trong 5G (mạng di động thế hệ thứ 5) bằng phương pháp bù pha miền tần số bao gồm: a) thiết lập tham số khởi tạo, tiến hành sinh dữ liệu tham chuẩn và tiến hành loại bỏ khoảng dữ liệu bảo vệ, chuỗi tiền tố lặp và phân tách dữ liệu từng ký tự, và biến đổi FFT theo từng ký tự theo từng định dạng phù hợp; b) thực hiện tính toán dữ liệu hệ số bộ lọc và hệ số pha và bù pha cho các dữ liệu tương ứng với cách thức ánh xạ xử lý cho từng dữ liệu ký tự trong miền tần số NR PRACH từ đó tính toán được tương quan tín hiệu; và thực hiện tính toán công suất trung bình với trễ đa đường tiêu biểu cho mật độ công suất phổ và trải trễ tín hiệu kết hợp phương pháp cửa sổ tìm kiếm dữ liệu nhằm đánh giá mức độ chính xác dữ liệu xử lý.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý dữ liệu kênh truy cập ngẫu nhiên (PRACH – Physical Random Access) trong 5G (mạng di động thế hệ thứ năm) bằng phương pháp bù pha miền tần số. Cụ thể, phương pháp được đề cập được ứng dụng trong mạng di động thứ năm (mạng 5G).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các hệ thống viễn thông nói chung và trong mạng di động tiêu chuẩn mạng viễn thông mới (NR - new radio) 5G, để sử dụng được dịch vụ, thủ tục đầu tiên mà thiết bị người dùng (UE - User Equipment) cần thực hiện để đồng bộ tuyến thu là truy nhập ngẫu nhiên. Trong thủ tục truy nhập ngẫu nhiên, kênh NR PRACH (gọi chung là kênh PRACH) là kênh dữ liệu đường lên (UL - Uplink) đầu tiên được UE phát tín hiệu đi. Kênh PRACH 5G có hai nhóm định dạng là nhóm định dạng dài và ngắn, nhóm định dạng ngắn phù hợp trong các vùng phủ có bán kính hẹp (small cell), nhóm định dạng dài phù hợp trong các vùng phủ có bán kính rộng (macro cell).

Nhiệm vụ xử lý của gNB (Next Generation Node B – thế hệ mới của trạm thu phát băng gốc hỗ trợ công nghệ 5G) trên kênh PRACH là giải mã đúng tín hiệu truy nhập của UE, và xác định độ trễ tín hiệu UE nhằm đồng bộ lại dữ liệu đường lên. Khối xử lý PRACH là kênh dữ liệu đường lên cần xử lý đầu tiên trong gNB trước khi các kênh dữ liệu khác được xử lý. Bên cạnh đó, nó còn liên tục được xử lý lặp đi lặp lại trong quá trình gNB chạy để liên tục tìm kiếm các UE muốn truy nhập vào mạng hoặc tái thiết đồng bộ. Do là kênh đầu tiên được UE phát đi và không mang dữ liệu mà chỉ mang tín hiệu truy nhập, kênh PRACH có cấu trúc khác biệt so với các kênh khác:

- Tín hiệu sinh ra từ chuỗi phức Zadoff Chu;
- Có thời lượng tương đối dài (lên đến 12 OFDM ký tự).
- Có độ dài tiền tố lặp (CP - Cyclic Prefix) dài hơn so với kênh khác, dẫn đến việc tín hiệu bị lệch vị trí bắt đầu so với các kênh khác.

Từ những đặc điểm khác biệt nêu trên, việc xử lý kênh PRACH tại phía thu (gNB) đòi hỏi một khâu xử lý hoàn toàn tách biệt so với các kênh khác, bắt đầu từ dữ liệu thu được từ miền thời gian. Trong khi, đối với các kênh khác, tín hiệu miền thời gian thu

tại thiết bị truyền nhận dữ liệu vô tuyến từ xa (RRU - Remote Radio Unit) được biến đổi ngay về miền tần số rồi chuyển về thiết bị truyền nhận dữ liệu băng tần cơ sở (BBU - Baseband Unit).

Hiện tại, các nhà phát triển công nghệ mạng 5G trên thế giới cũng có các cách xử lý khác nhau. Đối với OpenAirInterface, cách xử lý là chấp nhận đầy dữ liệu miền thời gian về BBU để xử lý và dựa vào sức mạnh xử lý của máy chủ (siêu máy tính) để thực hiện biến đổi DFT (Discrete Fourier Transform - Biến đổi Fourier rời rạc cho riêng kênh PRACH. Đối với flexRan của Intel, sử dụng một bộ phần cứng riêng để DFT cho tín hiệu PRACH tại RRU. Ngoài ra đối với một số hãng như Xilinx, NOKIA, ERICSON cũng đã tách riêng phần xử lý cao tải trên một phần cứng chuyên dụng để thực hiện xử lý này (tiền xử lý lọc DFT miền thời gian). Có thể thấy các cách xử lý trên đều chấp nhận việc đánh đổi tài nguyên phần mềm hoặc phần cứng để xử lý được kênh PRACH, ngoài ra độ chính xác và năng lực khi tăng số lượng lớn ăngten thu cũng là trở ngại lớn có thể kể ra ra một số nhược điểm như sau:

- Dữ liệu miền thời gian đầy về BBU có dung lượng lớn, tăng tải cho giao diện kết nối giữa RRU và BBU: lên tới gần 4 Gbps với định dạng B4 và băng thông là 100MHz với tám ăngten và yêu cầu xử lý DFT lên đến 2×10^8 clks (xung nhịp).
- Tiêu tốn tài nguyên khi cần tài nguyên riêng để xử lý.
- Độ chính xác và tỷ lệ giải mã sai phụ thuộc vào năng lực quét của bộ lọc thời gian.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là tạo ra một phương pháp bù pha sai lệch trong miền tần số để xử lý dữ liệu kênh PRACH trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới từ đó đảm bảo chất lượng dữ liệu thu và giải mã tín hiệu chính xác, giúp tối ưu tài nguyên xử lý hệ thống.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp bao gồm:

Bước 1: chuẩn bị tham số đầu vào và phân loại dữ liệu xử lý; mục đích của bước này là thiết lập tham số khởi tạo, tiến hành sinh dữ liệu tham chuẩn và tiến hành loại bỏ khoảng dữ liệu bảo vệ, chuỗi tiền tố là và phân tách dữ liệu từng ký tự, và biến đổi FFT theo từng ký tự theo từng định dạng phù hợp.

Bước 2: thu thập và tính toán hệ số quan trọng (bộ lọc, số pha, bù pha) cho dữ liệu đã phân loại; mục đích của bước này là thực hiện tính toán dữ liệu hệ số bộ lọc và hệ số pha và bù pha cho các dữ liệu tương ứng với cách thức ánh xạ xử lý cho từng dữ liệu ký tự trong miền tần số NR PRACH từ đó tính toán được tương quan tín hiệu.

Bước 3: xử lý dữ liệu và hiệu năng giải mã dựa trên các hệ số tối ưu; mục đích của bước này là thực hiện tính toán công suất trung bình với trễ đa đường tiêu biểu cho mật độ công suất phổ và trải trễ tín hiệu kết hợp phương pháp cửa sổ tìm kiếm dữ liệu nhằm đánh giá mức độ chính xác dữ liệu xử lý.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả luồng dữ liệu các thành phần giao tiếp trên gNodeB.

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả luồng xử lý dữ liệu kênh PRACH.

Hình 3 là hình vẽ mô tả cấu trúc các định dạng PRACH.

Hình 4 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả dữ liệu sau khi loại bỏ CP.

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả dữ liệu xử lý sau lọc giảm mẫu.

Hình 6 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả chuỗi tham khảo dữ liệu Zadoff-Chu.

Hình 7 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức tính hệ số bù pha cho bộ dữ liệu.

Hình 8 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức tính dữ liệu sau khi có bộ lọc bù pha.

Hình 9 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách tương quan tín hiệu với chuỗi dữ liệu tham khảo và thực hiện biến đổi sang miền thời gian.

Hình 10 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức xác định hệ số bộ lọc theo định dạng của PRACH và băng thông.

Hình 11 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức xác định hệ số ngưỡng theo định dạng của PRACH và băng thông.

Hình 12 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức tính PDP và tìm ra giá trị ngưỡng tích lũy trong cửa sổ tìm kiếm dữ liệu PRACH.

Hình 13 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả cách thức tính giá trị cuối cùng và giải mã giá trị mã đầu cũng như thời gian trước so sánh (TA - Timing Advance) dữ liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong hệ thống tối ưu hệ thống gNodeB (Next Generation Node B – thế hệ mới của trạm thu phát băng gốc hỗ trợ công nghệ 5G), phương pháp bù pha sai lệch trong miền tần số để xử lý dữ liệu kênh PRACH trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới từ đó đảm bảo chất lượng dữ liệu thu và giải mã tín hiệu chính xác, giúp tối ưu tài nguyên xử lý hệ thống.

Bước 1: chuẩn bị tham số đầu vào và phân loại dữ liệu xử lý;

thiết lập tham số khởi tạo, tiến hành sinh dữ liệu tham chuẩn và tiến hành loại bỏ khoảng dữ liệu bảo vệ, chuỗi tiền tố lặp và phân tách dữ liệu từng ký tự, và biến đổi FFT theo từng ký tự theo từng định dạng phù hợp bao gồm các bước sau:

ai) khởi tạo thiết lập hệ thống là đầu vào cho bước xử lý với số lượng ăng-ten đầu vào, phân loại định dạng dữ liệu của PRACH theo như bảng dưới, PRACH 5G gồm hai nhóm định dạng chính. Nhóm định dạng dài vào định dạng ngắn. Hai nhóm định dạng cùng sử dụng công nghệ DFT – s – OFDM, khác nhau về độ rộng sóng mang con và số lượng sóng mang con sử dụng. Việc khởi tạo hệ thống thể hiện qua mô tả chi tiết luồng dữ liệu các thành phần giao tiếp trên gNodeB và hoạt động của khối xử lý băng gốc trên khối xử lý băng tần cơ sở (BBC - Baseband Card) bao gồm bộ xử lý lớp vật lý và bộ xử lý lớp điều khiển truy cập môi trường (MAC - Media Access Control) kết hợp dữ liệu gửi từ UE về hoặc chế độ Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên có tốc độ truyền tải tăng gấp đôi (DDR - Double Data Rate Random Access Memory) như ở Hình 1. Các bước thực hiện như sau:

- Thực hiện trao đổi dữ liệu giữa UE và eNodeB sau khi hạ tần và chuyển đổi về dạng số qua khối giao diện vô tuyến phổ cập dùng chung (CPRI - Common Public Radio Interface).
- Khối xử lý lớp vật lý sẽ lấy dữ liệu trên vùng lưu trữ dữ liệu CPRI thực hiện giải mã và chuyển kết quả sau giải mã thông qua khối xử lý giao tiếp giữa các tiến trình (IPC - Inter-process Communication) vào vùng nhớ truy cập chung.
- Trên vùng nhớ truy cập chung này, bộ xử lý lớp MAC sẽ lấy thông tin giải mã gửi các thông tin lập lịch xuống cho bộ xử lý lớp vật lý.

- Thực hiện tiếp nhận dữ liệu sau giải mã và gửi lại thông tin cho MAC.

	Nhóm định dạng dài	Nhóm định dạng ngắn
Các định dạng	0, 1, 2, 3	A1, A2, A3, B1, B2, B3, B4, C0, C2
Độ rộng sóng mang con	1,25 kHz (định dạng 0, 1, 2) 5kHz (định dạng 3)	$15 \times 2^{\mu} \text{ kHz}$ $\mu = 0,1,2,3$
Số lượng sóng mang con sử dụng	839 (864 nếu tính chèn "0")	139 (144 nếu tính chèn "0")
Thời lượng tối đa	4 ms (định dạng 2) ~ 4 khung truyền con (subframe)	0,86 ms (định dạng B4, khi $\mu = 1$) ~ 14 OFDM ký tự
Vùng phủ	Lớn	Vừa và nhỏ

Đối với nhóm định dạng ngắn, NR PRACH sử dụng sóng mang có độ rộng tuân theo cấu hình μ . Do đó, về mặt tần số, kênh NR PRACH định dạng ngắn có cấu trúc giống các kênh lưu lượng khác. Được mô tả cấu trúc định dạng của NR PRACH như Hình 3 và Hình 4.

aii) thực hiện phân tách dữ liệu và loại bỏ CP là dữ liệu tiền tổ lặp của PRACH.

Tham chiếu từ Hình 2 mô tả luồng xử lý dữ liệu kênh PRACH. Trong đó dữ liệu miền thời gian được đưa vào các khối:

- Khối loại bỏ CP: chức năng tách bỏ phần CP trên miền tần số để thu được dữ liệu;
- Khối DFT: chức năng biến đổi Fourier rời rạc được tín hiệu miền thời gian về miền tần số, và sau đó tách tín hiệu PRACH trên miền tần số.

Về cấu trúc miền thời gian, NR PRACH, một nhóm ký tự PRACH được lặp lại N lần theo thời gian, ghép với phần lặp tiền tổ (CP). Độ dài của CP và số lần lặp ký tự được quy định riêng cho từng định dạng. Từng đoạn tín hiệu chính (phần đánh dấu S) là được sinh ra từ chuỗi Zadoff Chu dịch vòng. Muốn giải mã tín hiệu PRACH, bước đầu tiên cần trích xuất được phần tín hiệu S này trên miền thời gian và đưa về miền tần số. Các khối tải nguyên thời gian – tần số dùng cho truy nhập NR PRACH được gọi là

nhóm xử lý. Trong một vùng phủ, việc phát tín hiệu PRACH được diễn ra một cách có chu kỳ trong một tập hợp các khe. Tập hợp các khe này được gọi là các khe PRACH. Các khe này lặp đi lặp lại trên miền thời gian theo một cấu hình nhất định. trong mỗi một khe, có nhiều lượt phát PRACH (PRACH nhóm xử lý) chia theo miền tần số.

$$Y_{deCP}(n, r)$$

aiii) thực hiện tạo chuỗi dữ liệu tham khảo Zadoff-Chu theo công thức:

$$x_u(i) = \left(e^{-\frac{j\pi u(i+1)}{L_{RA}}} \right)$$

$$X_u(i) = \sum_{m=0}^{m=L_{RA}-1} x_u(m) * \left(e^{-\frac{j\pi m(i)}{L_{RA}}} \right)$$

trong đó:

- $X_u(i)$ là chuỗi Zadoff-Chu được sinh ra;
- u là chuỗi gốc;
- L_{RA} là độ dài chuỗi với định dạng dài là 839 và định dạng ngắn là 139;
- $i = 0, 1, \dots, L_{RA}$

Chi tiết như mô tả ở Hình 5 thể hiện phân tính toán này.

Bước 2: thu thập và tính toán hệ số quan trọng (bộ lọc, số pha, bù pha) cho dữ liệu đã phân loại; mục đích của bước này là thực hiện tính toán dữ liệu hệ số bộ lọc và hệ số pha và bù pha cho các dữ liệu tương ứng với cách thức ánh xạ xử lý cho từng dữ liệu ký tự trong miền tần số NR PRACH từ đó tính toán được tương quan tín hiệu như Hình 6. Cụ thể bước này được thực hiện như sau:

bi) thực hiện tính toán hệ số bộ lọc được phân chia thành hai định dạng đầu vào bước xử lý lấy được từ bước 1 dữ liệu $Y_{deCP}(n, r)$ và các hệ số tương ứng:

- Đối với định dạng dài PRACH (định dạng 0,1,2,3) sẽ thực hiện theo bộ lọc và đánh giá giảm mẫu theo bảng sau:

$$Y_{shift(n,r)} = Y_{deCP}(n, r) * \left(e^{-j2\pi N_{shift}\Delta f_{RA}(t - N_{cpRA} * T_c - t_{R_start})} \right)$$

$$N_{shift} = K * k1$$

$$Y_{DS(n,r)} = \text{Filter_decimal}(Dsr)$$

trong đó:

- $y_{shift(n,r)}$ là dữ liệu dịch trong miền tần số của ăng ten nhân r và n mẫu đầu vào;
- $Y_{decP}(n,r)$: là dữ liệu được loại bỏ CP theo quy tắc chia 14 ký tự và 14 giá trị CP như kênh dữ liệu;
- $y_{DS(n,r)}$ là dữ liệu sau khi đã lọc giảm mẫu;
- Δf_{RA} là hệ số lệch của vùng phân bố dữ liệu PRACH miền tần số;
- K Là hệ số tính tương đối so với khoảng cách sóng mang con chuẩn;
- k_1 là hệ số tính của PRACH theo tham số chuẩn của vị trí bắt đầu và độ rộng sóng mang con μ ;
- N_{cp} : là số lượng mẫu đã dành cho chuỗi tiền dịch vòng;
- T_c : là giá trị của một mẫu đơn vị trong NR thông thường $=1/64$ của T_s (đơn vị cho một mẫu trong chuẩn NR);
- $t_{RA_{start}}$: thời điểm mẫu bắt đầu;
- $Filter_decimal$ là bộ lọc giảm mẫu;
- Dsr là hệ số và các trạng thái giảm mẫu được tham chiếu từ bảng sau:

Định dạng	Định dạng 0,1,2	Định dạng 3
Băng thông truyền lớn nhất	100 MHz	100 MHz
PRACH FFT kích thước (size)	4096	4096
Tần số lấy mẫu hệ thống	122,88 MHz	122,88 MHz
PRACH sóng mang con	1,25 kHz	5 kHz
Hệ số giảm mẫu (Dsr)	4x3x2	3x2

- Đối với định dạng ngắn PRACH (định dạng A1, A2, A3, B1, B2, B3, B4, C0, C2) sẽ thực hiện tính toán tiền xử lý bù pha cho bộ lọc chõng lẩn và cửa sổ để lấy dữ liệu miền tần số từ tín hiệu nhận. Phương pháp là chia khung phụ thành các ký hiệu và CP. Chuyển đổi từng khối thành dữ liệu tần số và trích xuất dữ liệu RACH từ chúng ra. Các FFT mỗi ký hiệu OFDM được lấy cho dữ liệu giống kênh thông tin khác sẽ được sử dụng lại (tuân theo kích thước FFT của kênh dữ

liệu người dùng với độ dài thỏa mãn 4096), sau đó thực hiện tiền xử lý bù pha phải được thực hiện để đảm bảo tính liên tục của pha.

bii) thu thập dữ liệu đã được loại bỏ CP và DFT của PRACH cùng các kênh khác và thực hiện bù sự sai khác bằng cách phù pha như thể hiện ở Hình 7 và Hình 8. Áp dụng tính chất của tín hiệu: trễ thời gian trên miền thời gian có thể thực hiện bằng xoay pha trên miền tần số.

Nếu $X(e^{j\omega})$ là biểu diễn tần số tín hiệu thời gian $x(n)$:

$$DFT\{x(n)\} = X(e^{j\omega})$$

thì

$$DFT\{x(n - n_0)\} = X(e^{j\omega}) \times e^{-j\omega n_0}$$

Biến đổi FFT và ánh xạ dữ liệu tài nguyên:

$$Y_{dft_{DS(n,r)}} = FFT(y_{DS(n,r)})$$

Bằng việc tận dụng tính chất này, ta khôi phục được phần tín hiệu bị mất do DFT lệch ký tự. Từ đó có tính toán bù pha như sau:

- Tính toán giá trị pha tương ứng với việc dịch chuẩn do DFT trong miền tần số theo công thức:

$$phasor_i = X(e^{-j*phasorAng_i})$$

$$phasorAng_i = 2 * \pi * k_{start} * \sum_{k=0}^{k=i-1} \frac{sampleL(k)}{N}$$

trong đó:

- o $phasor_i$ là giá trị bù pha của khối dữ liệu thứ i ;
- o k_{start} là phân bố miền tần số của điểm bắt đầu trên lưới tài nguyên dữ liệu kênh PRACH;
- o $sampleL$ là số lượng mẫu của khối thứ k không bị cắt bỏ bởi độ dài kích thước của sổ FFT;
- o N là số lượng mẫu trong cửa sổ FFT;
- Tính toán giá trị hệ số bộ lọc tương ứng tham chiếu từ Hình 10 với định dạng của dữ liệu PRACH với giá trị $filter_coefL$ được tham chiếu từ bảng sau:

Số lượng ký tự chuỗi lặp lại	Loại Giá trị mào đầu	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông	filter_coefL bảng thông
------------------------------	----------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------

		100 MHz	80 MHz	60 MHz	40 MHz	20 MHz	15 MHz	10 MHz	5 MHz
1	C0	12,5	10	6	6	3	3	1,5	0,6
2	A1	7	5,5	3,5	3,5	1,7	1,7	0,8	0,4
2	B1	6	4	3	3	1,5	1,5	0,7	0,3
4	A2	4,6	3,1	2,3	2,3	1,1	1,1	0,5	0,25
4	B2	5,8	4	2,8	2,8	1,4	1,4	0,7	0,35
4	C2	6,3	4	3	3	1,3	1,3	0,6	0,3
6	A3	1,75	1,5	1	1	0,5	0,5	0,25	0,1
6	B3	2,95	2	1,2	1,2	0,6	0,6	0,3	0,14
12	B4	1,05	0,7	0,52	0,52	0,25	0,25	0,15	0,1
1	0	2,6	1,9	1,3	1,3	0,75	0,75	0,35	0,2
2	1	5,2	4,2	2,7	2,7	1,3	1,3	0,75	0,4
4	2	10,1	6	5	5	2,5	2,5	1,3	0,78
4	3	4,9	3,6	2,4	2,4	1,2	1,2	0,6	0,3

- Thực hiện tính giá trị bộ lọc pha và giá trị sau khi được áp dụng lọc bù pha cho dữ liệu mô tả tổng quát ở khối Lọc và bù pha của hình 2. sửa đổi phổ và lấy mẫu giảm. phổ tín hiệu sửa đổi là gán pha với hệ số lọc lấy mẫu xuống:

$$phasor_L = X \left(e^{j \cdot 2 \cdot \pi \cdot k_{center} \cdot \frac{n}{N}} \right), n = 0, 1, \dots, L-1$$

$$filter_phasor_L = phasor_L * filter_coefL$$

$$Y(k, r) = filter_{Data} = Ydft_{DS(n, r)} \otimes filter_phasor_L$$

trong đó:

- L là độ dài của bộ lọc;
- N là số lượng mẫu của số FFT;
- D là hệ số lấy mẫu;
- k_{center} là phân bố miền tần số của điểm trung tâm trên lưới tài nguyên dữ liệu kênh PRACH;
- $Y(k, r)$: là dữ liệu đầu vào sau lọc bù pha.

biii) thực hiện tương quan tín hiệu với chuỗi gốc ZC (ZadoffChu) theo công thức

sau:

$$C_u(k, r) = conj(Y(k, r)) * X_u * \frac{n}{N_{PS}}$$

trong đó:

- $C_u(k, r)$ là dữ liệu miền tần số đã được tính toán theo cửa sổ lọc iFFT;
- $\frac{n}{N_{PS}}$ là hệ số tỷ lệ biểu diễn với định dạng dài là 1,24 và ngắn là 0,89;
- X_u là chuỗi dữ liệu Zadoff Chu;
- $Y(k, r)$: là dữ liệu đầu vào sau lọc bù pha.

Chi tiết thể hiện trong Hình 9 mô tả cách tương quan tín hiệu với chuỗi dữ liệu tham khảo và thực hiện biến đổi sang miền thời gian.

biv) thực hiện phép biến đổi nhanh dữ liệu sau tương quan đảm bảo đánh giá chuỗi tần số với số điểm của miền thời gian tương ứng, sử dụng phương pháp chèn mẫu 0 để đảm bảo cửa sổ lọc thỏa mãn tính chất IFFT (Inverse Fast Fourier Transform - nghịch đảo biến đổi Fourier nhanh).

Mỗi đầu ra tương quan được chuyển đổi thành miền thời gian bằng không đệm và nghịch đảo biến đổi Fourier nhanh (IFFT). Không đệm được sử dụng để nội suy tín hiệu miền thời gian bằng cách với chuỗi 139 điểm sẽ được sử dụng cửa sổ IFFT là 1024 và chuỗi 839 điểm sử dụng cửa sổ IFFT là 4096, công thức như sau:

$$c_u(j, k) = iFFT(C_u(k, r)) * \sqrt{N_{iFFT}}$$

trong đó:

- $C_u(k, r)$ là dữ liệu miền tần số đã được tính toán theo cửa sổ lọc iFFT ở trên;
- N_{iFFT} là kích thước cửa sổ lọc IFFT;
- $c_u(j, k)$ là dữ liệu tương quan miền thời gian ánh xạ của k ăngten nhận và kích thước cửa sổ j;

Bước 3: xử lý dữ liệu và hiệu năng giải mã dựa trên các hệ số tối ưu;

Đầu vào xử lý bước 3 được lấy từ bước 2 dữ liệu tính toán tương quan miền tần số dữ liệu $c_u(j, k)$, thực hiện tính toán công suất trung bình với trễ đa đường tiêu biểu cho mật độ công suất phổ và trải trễ tín hiệu kết hợp phương pháp cửa sổ tìm kiếm dữ liệu nhằm đánh giá mức độ chính xác dữ liệu xử lý và mô tả chi tiết trong Hình 12. Cụ thể bước này được thực hiện như sau:

ci) thực hiện tính toán PDP (Power Delay Profile - công suất trung bình với trễ đa đường) dựa trên dữ liệu tính tương quan đã ánh xạ theo số điểm miền thời gian của

chuỗi dữ liệu thu, từ đó có thể tổng hợp và chuẩn hóa dữ liệu trên các ăngten nhận với công thức như sau:

$$Ppdp_u(j) = \frac{1}{N_{DS}} * \sum_{j=0}^{j=N_{DS}} \frac{1}{N_{rxAnt}} * \sum_{k=0}^{k=N_{rxAnt}} |c_u(j, k)|^2$$

trong đó:

- $Ppdp_u(n)$ là dữ liệu tính toán công suất trải trễ trung bình của các ăngten nhận với kích thước của số j ;
- $c_u(j, k)$ là dữ liệu tương quan miền thời gian ánh xạ của k ăngten nhận và kích thước của số j ;
- N_{DS} là tổng số mẫu của số sau biến đổi iFFT;
- N_{rxAnt} là số lượng mẫu của k ăngten nhận.

Sau đó, nguồn được kết hợp qua các ký hiệu lặp lại và ăngten nhận được để giảm mức độ nhiễu sản tác động. Phương pháp kết hợp là sử dụng cách lấy trung bình tuyến tính. Cốt lõi của việc phát hiện PRACH là tích lũy công suất tương quan và giảm công suất nhiễu.

cii) thực hiện tính toán phương pháp tính ngưỡng phát hiện PRACH mô tả cách tính giá trị cuối cùng và giải mã tín hiệu trong Hình 13.

Threshold là số giá trị của ngưỡng được tính dựa trên hàm phân bố Chi-square với công thức tổng quát:

$$\begin{aligned} Threshold &= \frac{1}{G_s} * \left[(1 - P_{FA})^{\frac{1}{L_{IFFT}}} \right] \\ G_s(Threshold) &= F_{\chi^2}(Threshold, 2N_{ant}N_{nca}, 0) \\ &= 1 - e^{-N_{ant}N_{nca}Threshold} \\ &\quad * \sum_{m=0}^{m=N_{ant}N_{nca}-1} \frac{1}{m!} * (N_{ant}N_{nca}Threshold)^m \end{aligned}$$

trong đó:

- N_{ant} là số ăngten nhận;
- N_{nca} là số lượng PRACH giá trị mẫu đầu đại diện giá trị không tương quan tích lũy;

- χ^2 là giá trị tuyệt đối của nhiễu sán và tính theo hàm phân phối tích lũy CDF, $P_{FA} = 0,1\%$;
- L_{IFFT} là kích thước cửa sổ IFFT và phụ thuộc vào giá trị dịch vòng tạo ra chuỗi PRACH;

ciii) thực hiện tính toán tìm kiếm đỉnh năng lượng trên các cửa sổ lọc lấy mẫu với độ dài phụ thuộc vào định dạng PRACH và chuỗi giá trị dịch vòng tương ứng cũng được mô tả tổng quát ở hình 2 khối Tìm kiếm đỉnh và so sánh ngưỡng:

- Phần mở đầu được phát hiện bằng cách tìm kiếm đỉnh trong PDP tổng hợp trong mỗi cửa sổ tìm kiếm.
- Kích thước cửa sổ tìm kiếm trên giá trị chuỗi dịch vòng được tính theo công thức:

$$Lws = N_{CS} \left(\frac{S_{crr}}{preamble_length} \right)$$

trong đó:

- Lws là độ dài cửa sổ tìm kiếm;
- S_{crr} là kích thước tương quan tín hiệu;
- N_{CS} là giá trị lấy từ cấu hình lớp cao hơn cho PRACH về chỉ số ZeroCorrelationZoneConfig;
- $preamble_length$ là độ dài của chuỗi giá trị mào đầu theo định dạng ngắn (139 điểm) và dài (839 điểm).
- Với mỗi cửa sổ tìm kiếm sẽ tương ứng với một giá trị giá trị mào đầu, do đó có thể có tối đa 64 cửa sổ tìm kiếm với tất cả các chuỗi gốc tạo dữ liệu. Giá trị trong phạm vi cửa sổ tìm kiếm sẽ có mức năng lượng cũng như đặc tính dữ liệu gần giống nhất với giá trị mào đầu gốc được tạo ra từ phía phát.
- Sẽ có hai ngưỡng được sử dụng để đưa ra quyết định về giá trị phát hiện được nhằm tăng độ chính xác và loại bỏ được nhiễu PRACH phát xạ giả trong điều kiện nhiễu môi trường đa đường.
- Tính toán giá trị PDP trung bình cho từng chuỗi dữ liệu gốc với mỗi nhóm xử lý theo công thức:

$$P_{u_avg} = \frac{1}{N_{IFFT}} * \sum_{j=0}^{j=N_{IFFT}-1} Ppdp_u(j)$$

trong đó:

- P_{u_avg} là giá trị PDP trung bình cho từng chuỗi gốc với cửa sổ IFFT tương ứng;
- N_{IFFT} là độ dài của cửa sổ IFFT lấy mẫu;
- $Ppdp_u(n)$ là dữ liệu tính toán công suất trải trễ trung bình của các ăngten nhận với kích thước của cửa sổ j ;
- Tính toán giá trị ngưỡng Thres_Ac chứa chuỗi giá trị mào đầu có năng lượng

$$Thres_Ac = Threshold * P_{u_avg}$$

trong đó:

- Thres_Ac là giá trị ngưỡng tích lũy chứa chuỗi giá trị mào đầu;

Để thuận tiện cho giá trị khi triển khai các giá trị này sẽ được lưu trữ dưới dạng giá trị tìm kiếm trong bảng tham chiếu từ Hình 11 để giảm mức độ tính toán và tăng tốc dữ liệu, bảng mô tả theo từng định dạng của PRACH.

Số lượng ký tự chuỗi lặp lại	Loại giá trị mào đầu	Số lượng ăngten thu = 1	Số lượng ăngten thu = 2	Số lượng ăngten thu = 4	Số lượng ăngten thu = 8
1	C0	16,839	11,357	8,345	5,635
2	A1, B1	11,357	8,345	6,65	4,225
4	A2, B2, C2	8,345	5,15	4,166	2,148
6	A3, B3	7,241	5,013	4,287	2,647
12	B4	6,013	5,287	4,843	3,265
1	0	17,532	11,724	8,544	5,264
2	1	26,243	23,287	19,383	14,269
4	2,3	18,132	14,874	12,674	8,594

civ) thực hiện so sánh với ngưỡng giải mã dựa trên dữ liệu tính tương quan đã ánh xạ theo;

- Thực hiện ước lượng công suất tín hiệu dựa trên Thres_Ac theo công thức sau:

$$P_{u_signal} = \frac{1}{N_{u,S}} * \sum_{j=0}^{N_{IFFT}-1} (P_{pdp_u}(j) > Thres_Ac)$$

trong đó:

- P_{u_signal} là giá trị công suất tín hiệu tính trên so sánh với ngưỡng $Thres_Ac$ với cửa sổ IFFT tương ứng;
- N_{IFFT} là độ dài của cửa sổ IFFT lấy mẫu;
- $N_{u,S}$ là số lượng mẫu ở trên giá trị $Thres_Ac$.
- Thực hiện so sánh giá trị đỉnh trong cửa sổ và gán với giá trị ngưỡng cuối để từ đó tính ra vị trí đúng của PRACH giá trị mào đầu và suy ra được Giá trị mào đầu đang mang giá trị

$$Thres_Final = P_{u_signal}$$

- Với tín hiệu tính theo cửa sổ có thể tính ra giá trị sai lệch hay độ trễ trễ tín hiệu dựa trên số lượng mẫu tính tới giá trị $Thres_Final$ trong cửa sổ.

$$TA = \frac{(T(Thres_Final) - Lws) * Ncs}{sampleTo}$$

trong đó:

- $T(Thres_Final)$ là vị trí đỉnh tìm kiếm được trong cửa sổ tìm kiếm $Thres_Ac$ với cửa sổ IFFT tương ứng;
- Ncs là giá trị tương ứng vị trí của chuỗi root tìm kiếm.
- $sampleTo$ là số lượng mẫu tính theo định dạng, băng thông và μ của PRACH

Kết thúc bước 3, dữ liệu PRACH đã được xử lý và thu được giá trị thông tin mang của UE gửi (pream - chuỗi mào đầu), đồng thời đánh giá được vị trí tương đối của UE thông qua TA và cường độ tín hiệu. Thông qua kết quả này có thể đánh giá hiệu năng xử lý của phương pháp qua tỷ lệ giải mã thành công trong điều kiện môi trường nhất định so sánh và hiệu quả hơn phương pháp khác. Đồng thời đáp ứng yêu cầu giảm thiểu tài nguyên xử lý của BBU tiết kiệm chi phí đặc biệt với số lượng anten vật lý thu về lớn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Trên thực tế, hệ thống được thiết lập theo phương pháp của sáng chế đã được áp dụng trong phòng thí nghiệm và triển khai ở ngoài thực tế.

Hiện tại thể hiện hệ thống được cài đặt thực tế tại phòng thí nghiệm điện tử thuộc dự án gNodeB, trình tự thiết lập và áp dụng phương pháp theo sáng chế được mô tả các bước cụ thể như sau. Thiết lập hệ thống thực tế bao gồm thiết lập hệ RRU/BBU trong đó thiết lập máy giả lập dữ liệu người dùng và bộ giả lập đa đường thêm nhiều đánh giá khả năng giải mã tín hiệu (PRACH missed detection là xác suất giải mã thành công tín hiệu với mức chuẩn cần lớn hơn 99%) bằng phương pháp của sáng chế đồng thời tính lưu lượng tải qua giao diện RRU và BBU với thời gian xử lý đều cho thấy kết quả tốt hơn như bảng dưới:

Số thứ tự	Loại dữ liệu đánh giá hiệu năng	Băng thông	PRACH định dạng	Số lượng ăngten thu	Mô trường truyền dẫn và mô hình kênh truyền đa đường thu phát	Lệch tần số	SNR (Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu) mục tiêu (dB)	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp cũ	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp sáng chế
1	PRACH định dạng A1	100MHz	A1	2	AWGN	0	[-9,1]	98%	99,80%
2	PRACH định dạng A1				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-2,8]	97%	99,80%
3	PRACH định dạng A2	100MHz	A2	2	AWGN	0	[-12]	88,70%	99,20%
4	PRACH định dạng A2				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-5,7]	86,50%	100%
5	PRACH định dạng B4	100MHz	B4	2	AWGN	0	[-16,5]	97%	99,60%
6	PRACH định				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-9,9]	99%	99,60%

Số thứ tự	Loại dữ liệu đánh giá hiệu năng	Băng thông	PRACH định dạng	Số lượng ăng-ten thu	Mô trường truyền dẫn và mô hình kênh truyền đa đường thu phát	Lệch tần số	SNR (Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu) mục tiêu (dB)	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp cũ	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp sáng chế
	dạng B4								
7	PRACH định dạng C0	100MHz	C0	2	AWGN	0	[-6,1]	99,50%	100%
8	PRACH định dạng C0				TDLC300-100 Low	400 Hz	[0,1]	99,60%	100%
17	PRACH định dạng A1	100MHz	A1	4	AWGN	0	[-11,4]	99%	99,99%
18	PRACH định dạng A1				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-7,2]	99%	99%
19	PRACH định dạng A2	100MHz	A2	4	AWGN	0	[-14,2]	99%	99,20%
20	PRACH định dạng A2				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-10,4]	99%	99,10%
21	PRACH định dạng B4	100MHz	B4	4	AWGN	0	[-19]	30%	99,90%
22	PRACH định dạng B4				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-14,5]	28%	99,90%
23	PRACH định dạng C0	100MHz	C0	4	AWGN	0	[-8,6]	99,10%	100%

Số thứ tự	Loại dữ liệu đánh giá hiệu năng	Bảng thông	PRACH định dạng	Số lượng ăngten thu	Mô trường truyền dẫn và mô hình kênh truyền đa đường thu phát	Lệch tần số	SNR (Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu) mục tiêu (dB)	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp cũ	Dữ liệu giải mã bằng phương pháp sáng chế
24	PRACH định dạng C0				TDLC300-100 Low	400 Hz	[-4,5]	99,10%	99,20%

Các lợi ích đạt được của sáng chế

Hệ thống được thiết lập theo phương pháp theo sáng chế là tạo ra một phương pháp bù pha sai lệch trong miền tần số để xử lý dữ liệu kênh PRACH trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới từ đó đảm bảo chất lượng dữ liệu thu và giải mã tín hiệu chính xác, giúp tối ưu tài nguyên xử lý hệ thống cũng như tiết kiệm nhiều chi phí trong triển khai hệ thống thực.

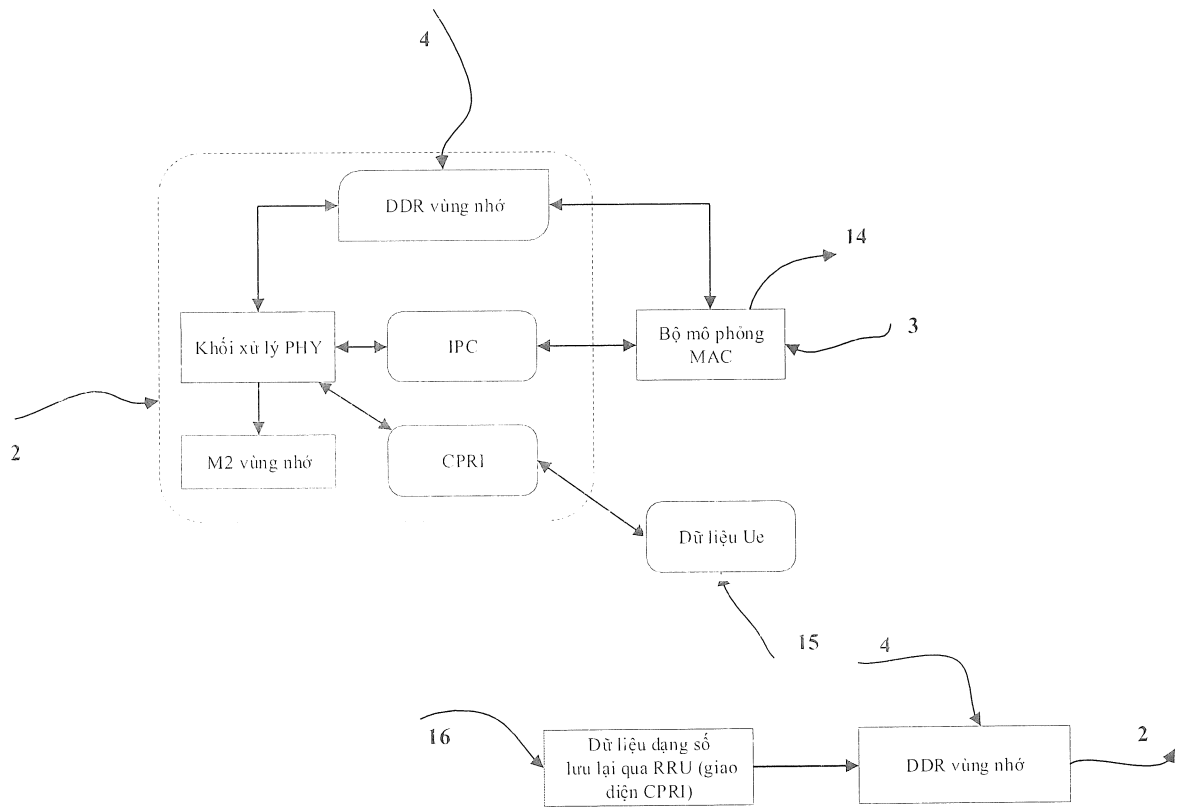
Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp xử lý dữ liệu kênh truy cập ngẫu nhiên trong 5G bằng phương pháp bù pha miền tần số bao gồm:

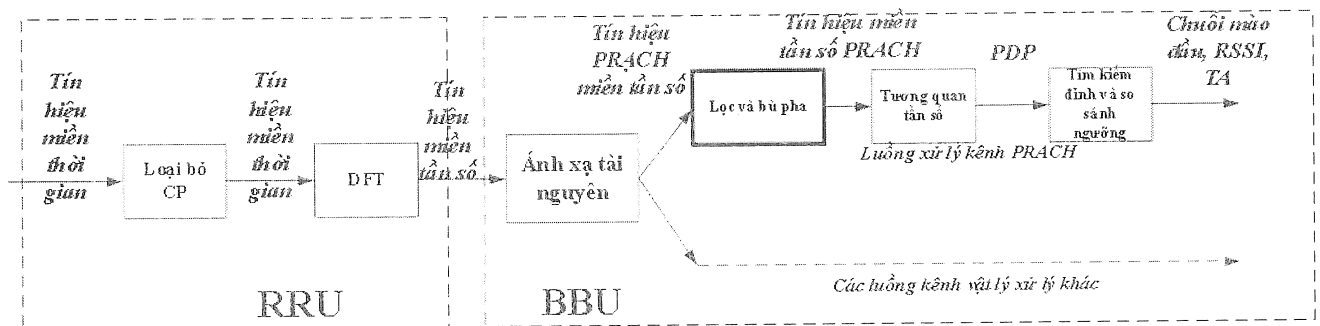
bước 1: chuẩn bị tham số đầu vào và phân loại dữ liệu xử lý; tại bước này, tiến hành thiết lập tham số khởi tạo, tiến hành sinh dữ liệu tham chuẩn và tiến hành loại bỏ khoảng dữ liệu bảo vệ, chuỗi tiền tố lặp và phân tách dữ liệu từng ký tự, và biến đổi FFT theo từng ký tự theo từng định dạng phù hợp;

bước 2: thu thập và tính toán hệ số quan trọng (bộ lọc, số pha, bù pha) cho dữ liệu đã phân loại; tại bước này thực hiện tính toán dữ liệu hệ số bộ lọc và hệ số pha và bù pha cho các dữ liệu tương ứng với cách thức ánh xạ xử lý cho từng dữ liệu ký tự trong miền tần số NR PRACH từ đó tính toán được tương quan tín hiệu tham chiếu tổng quát qua khối lọc và bù pha;

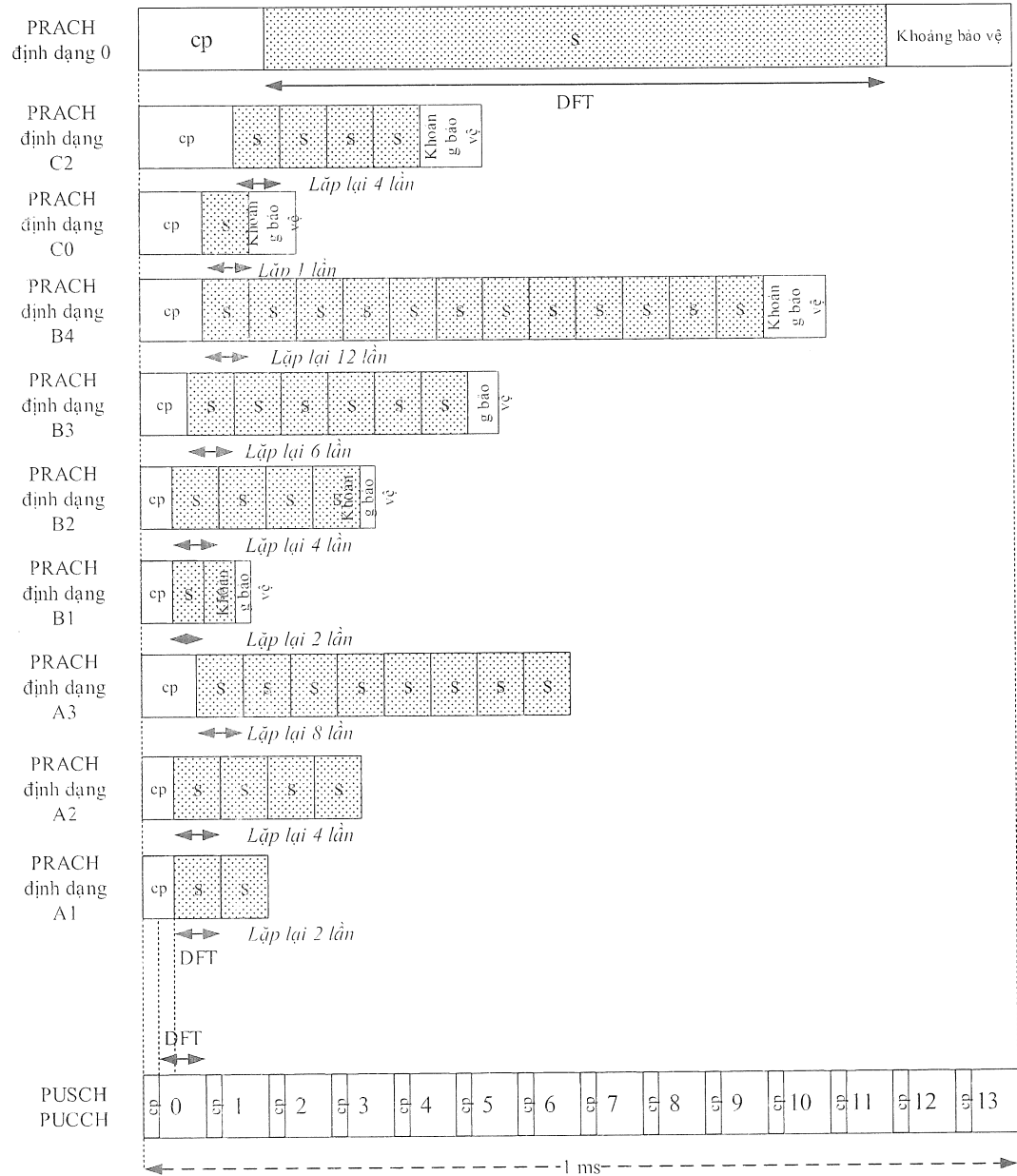
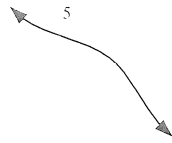
bước 3: xử lý dữ liệu và hiệu năng giải mã dựa trên các hệ số tối ưu; tại bước này, thực hiện tính toán công suất trung bình với trễ đa đường tiêu biểu cho mật độ công suất phổ và trải trễ tín hiệu kết hợp phương pháp cửa sổ tìm kiếm dữ liệu nhằm đánh giá mức độ chính xác dữ liệu xử lý.



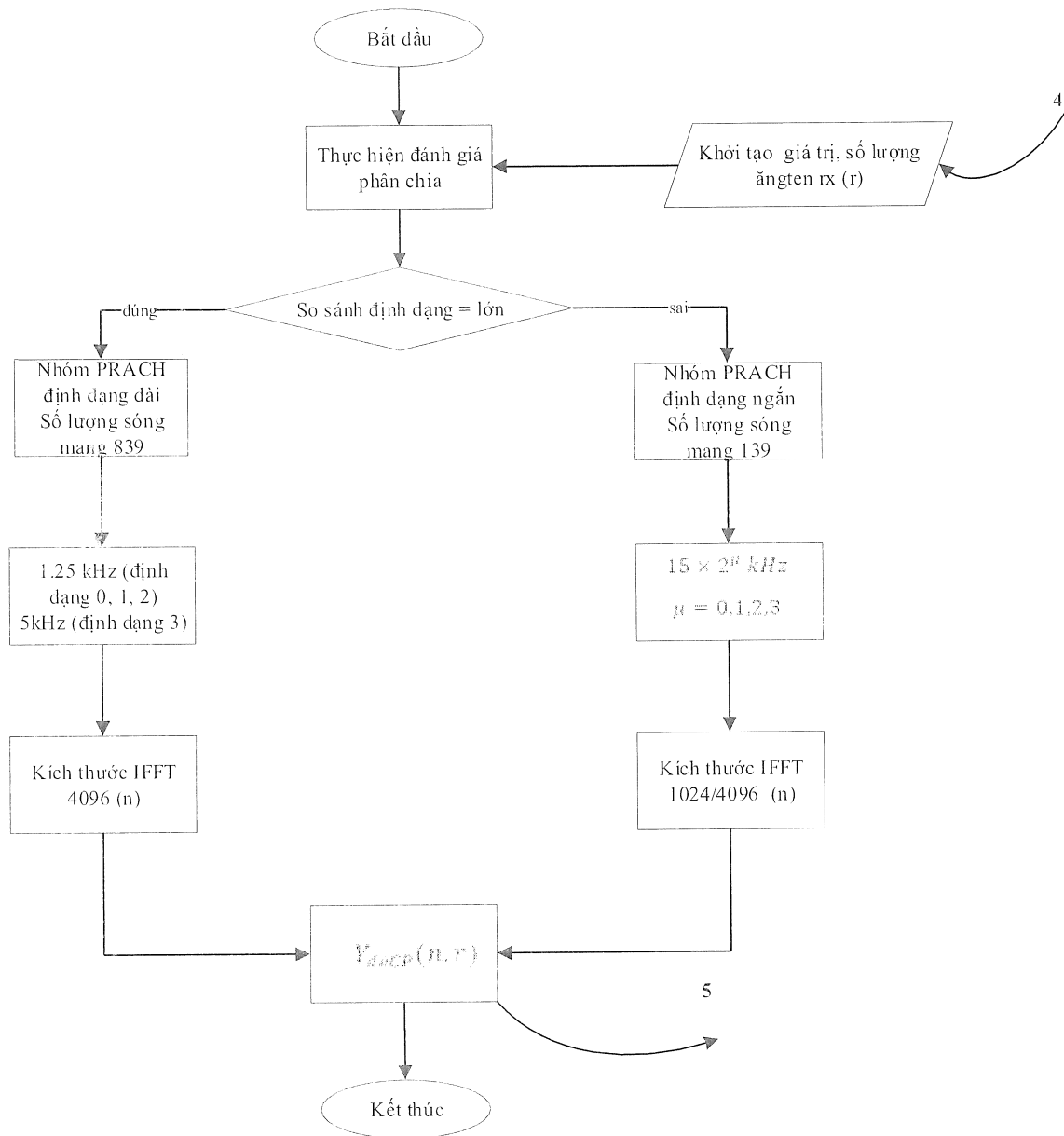
Hình 1



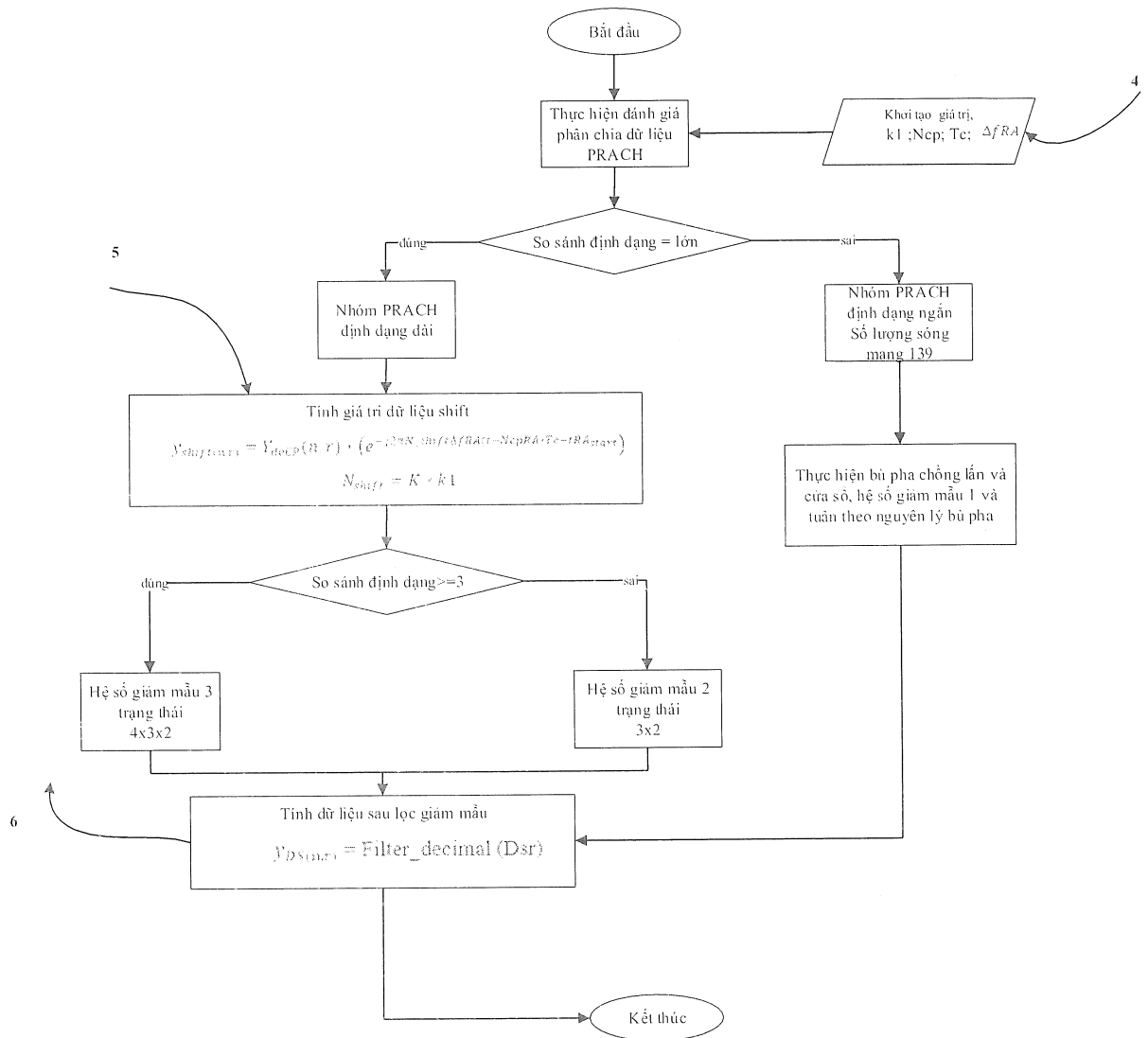
Hình 2



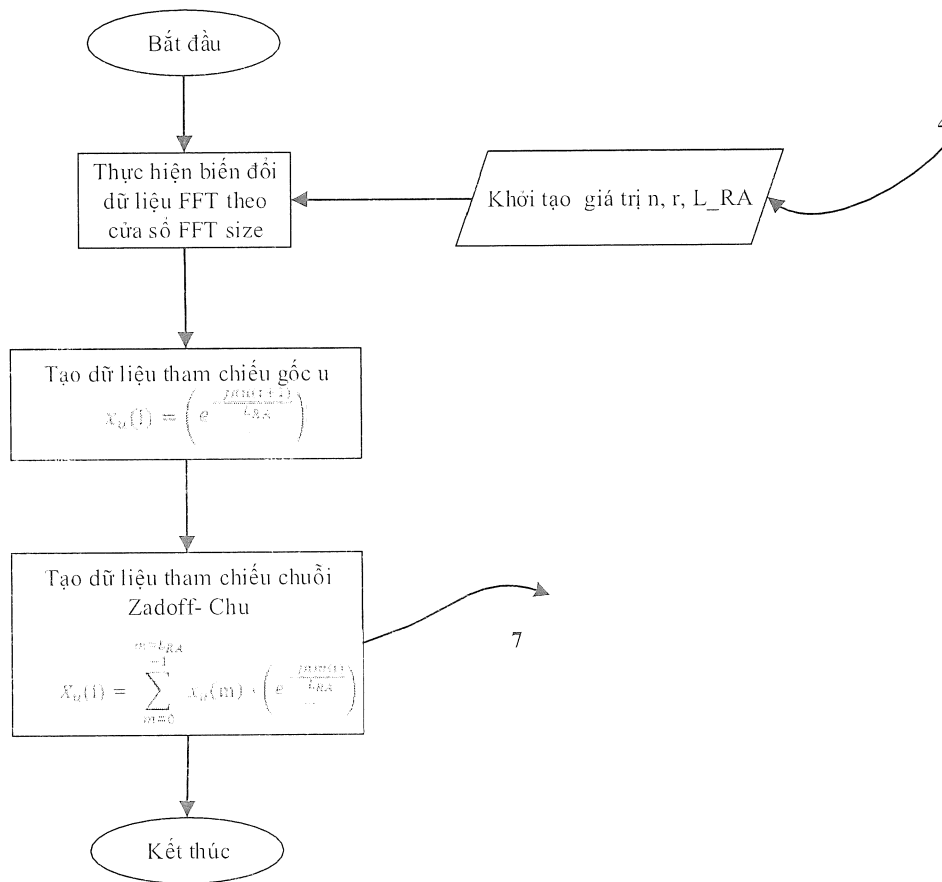
Hình 3



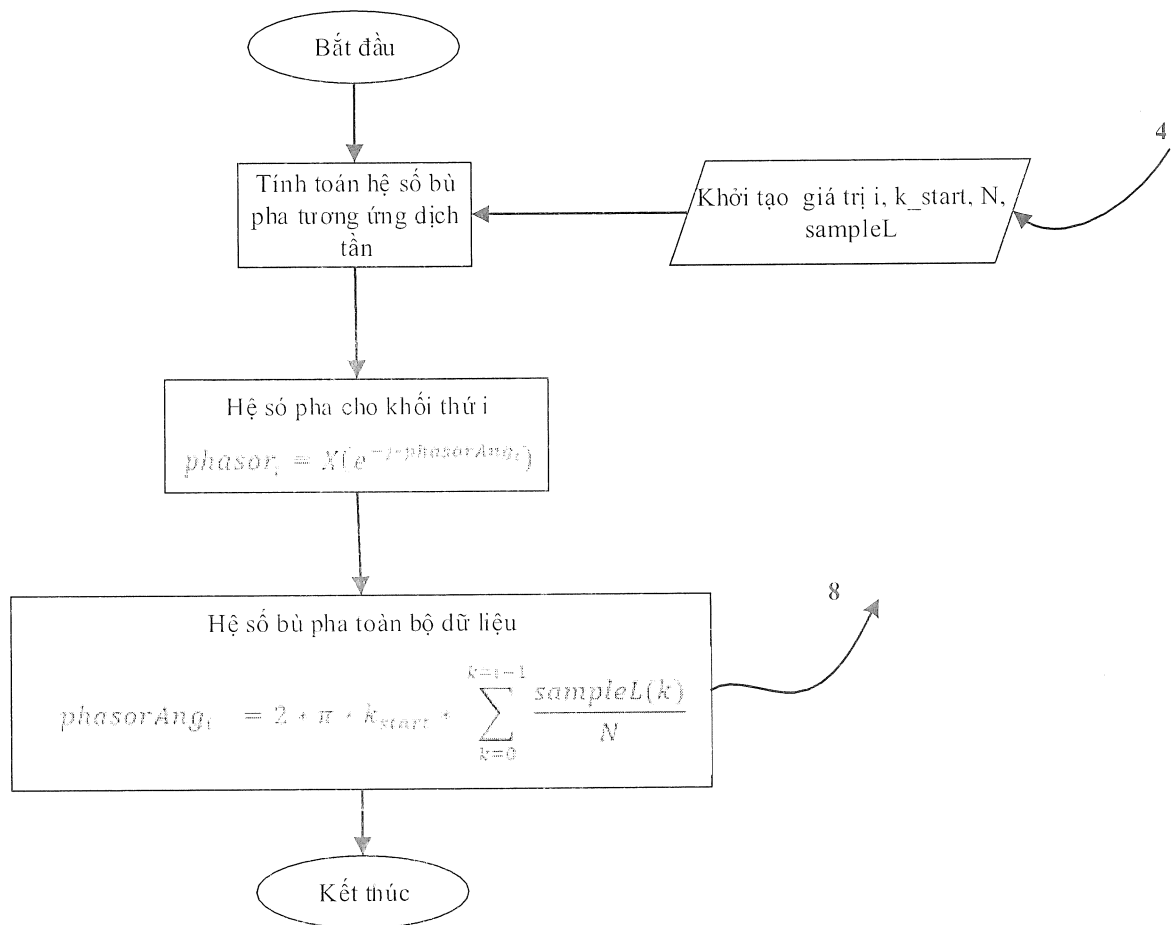
Hình 4



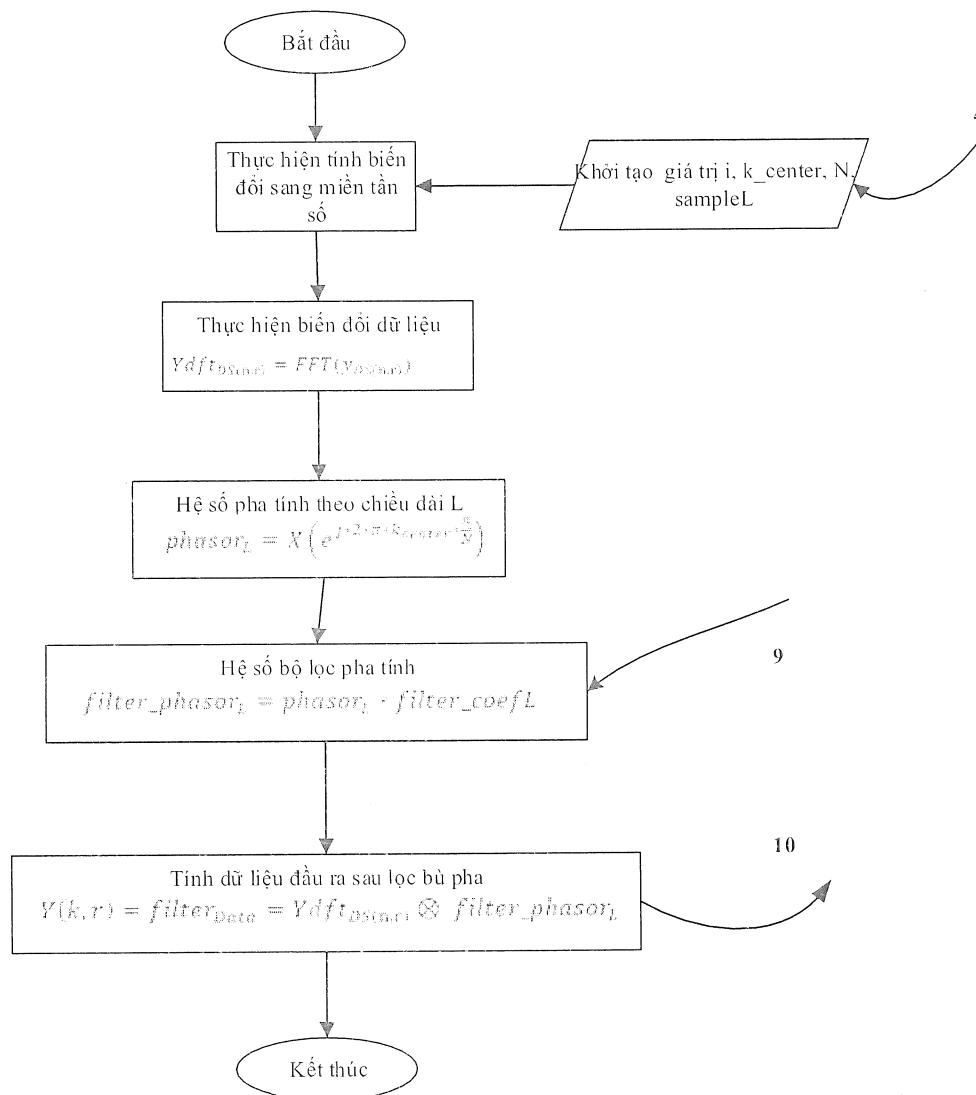
Hình 5



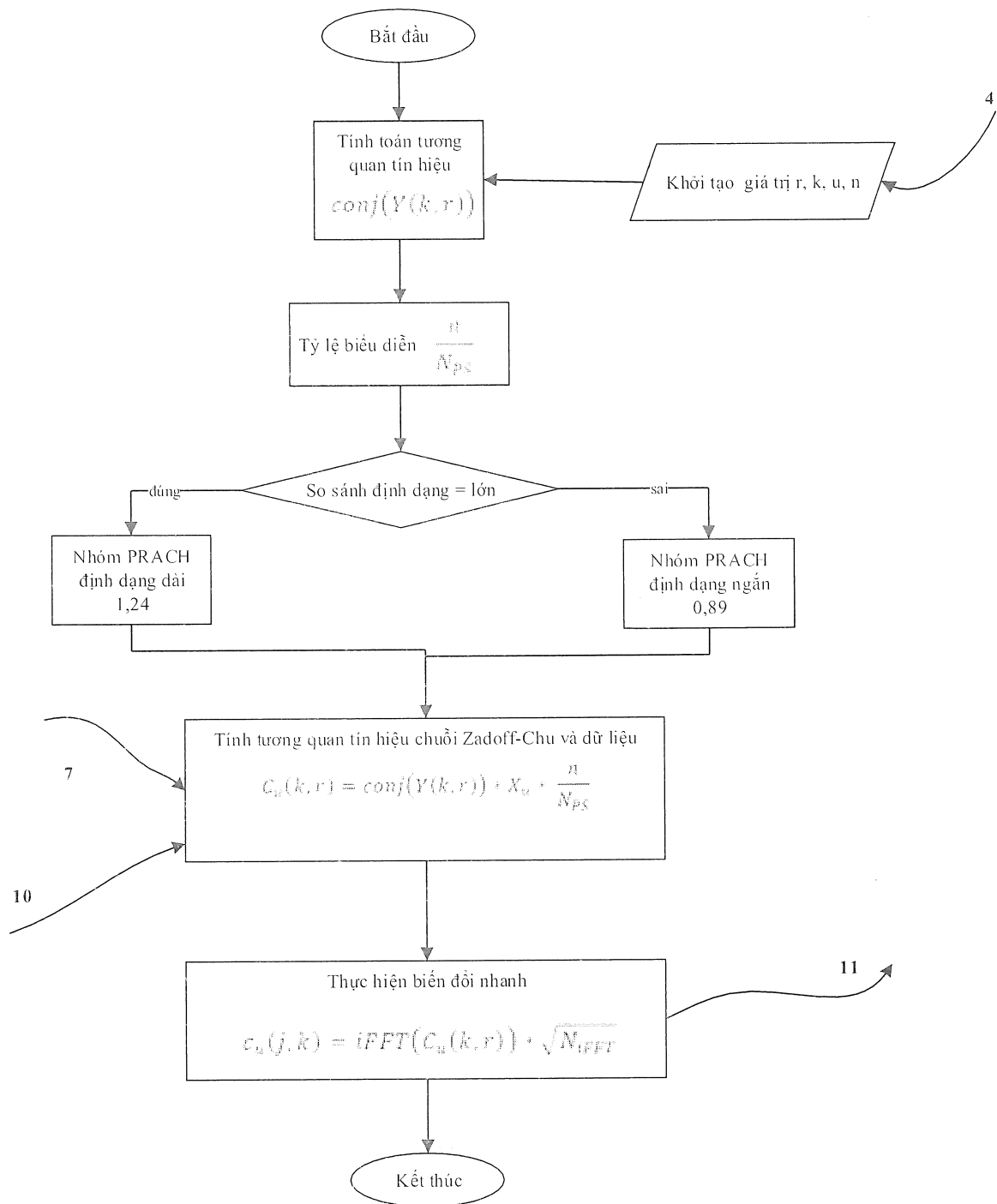
Hình 6



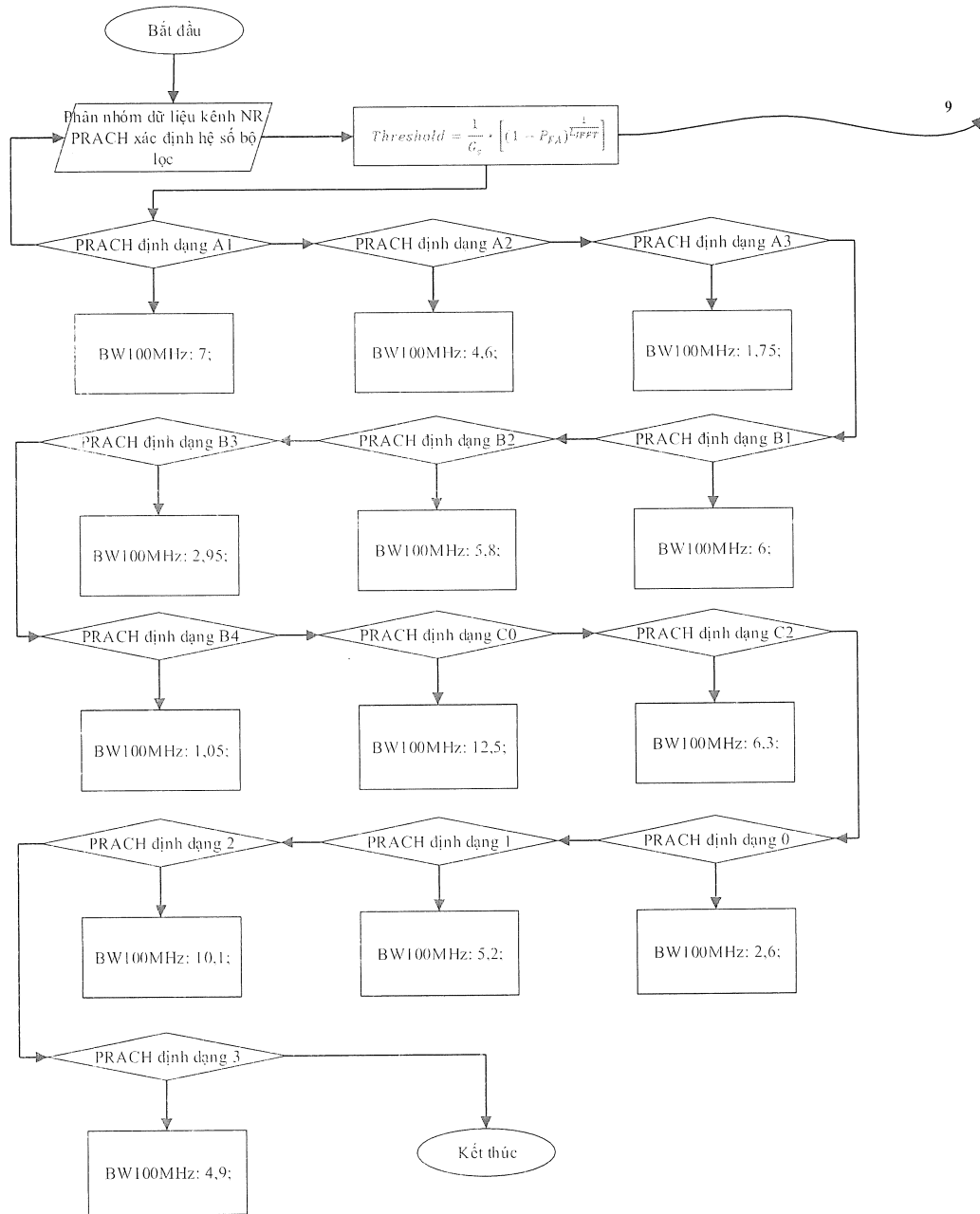
Hình 7



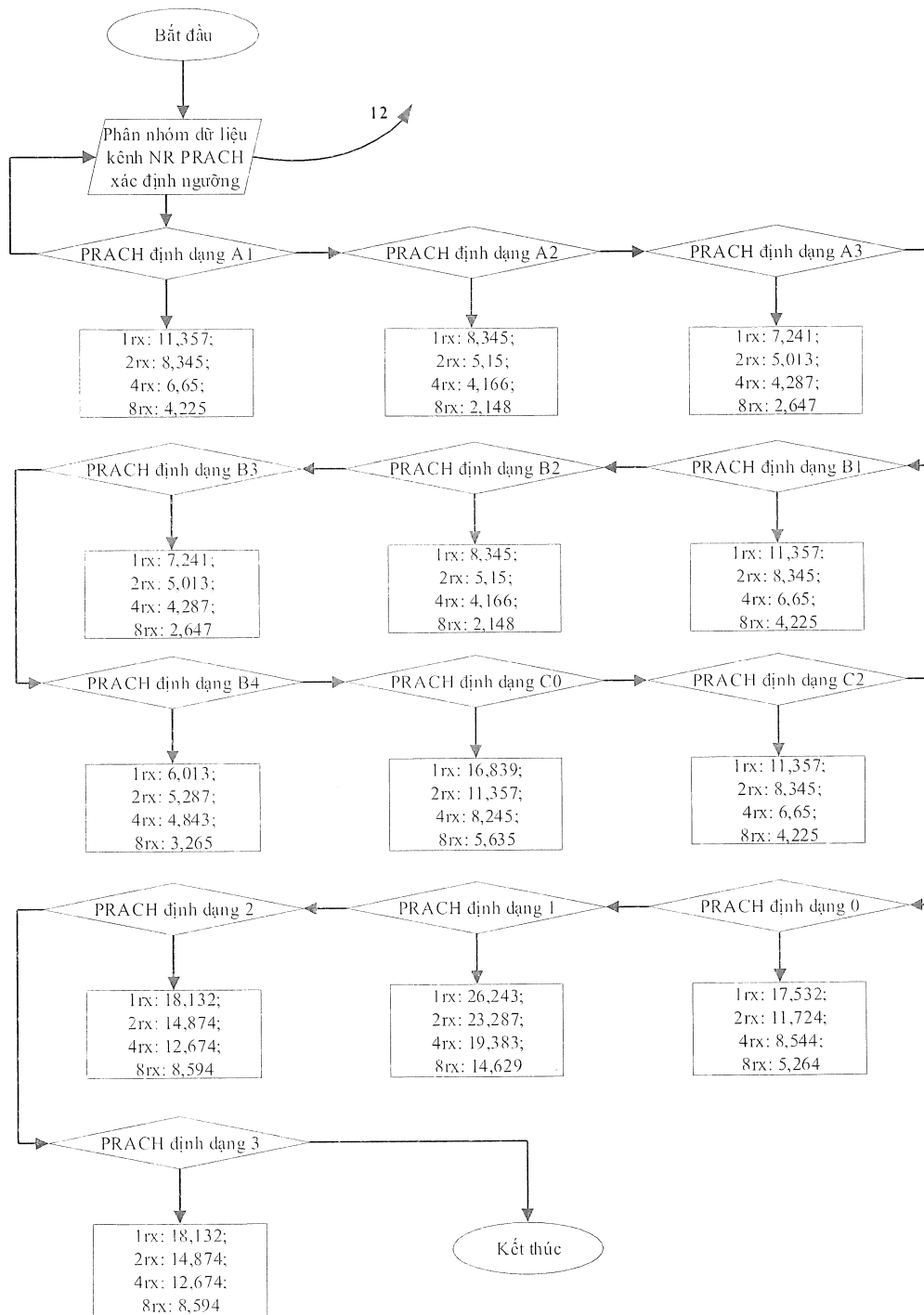
Hình 8



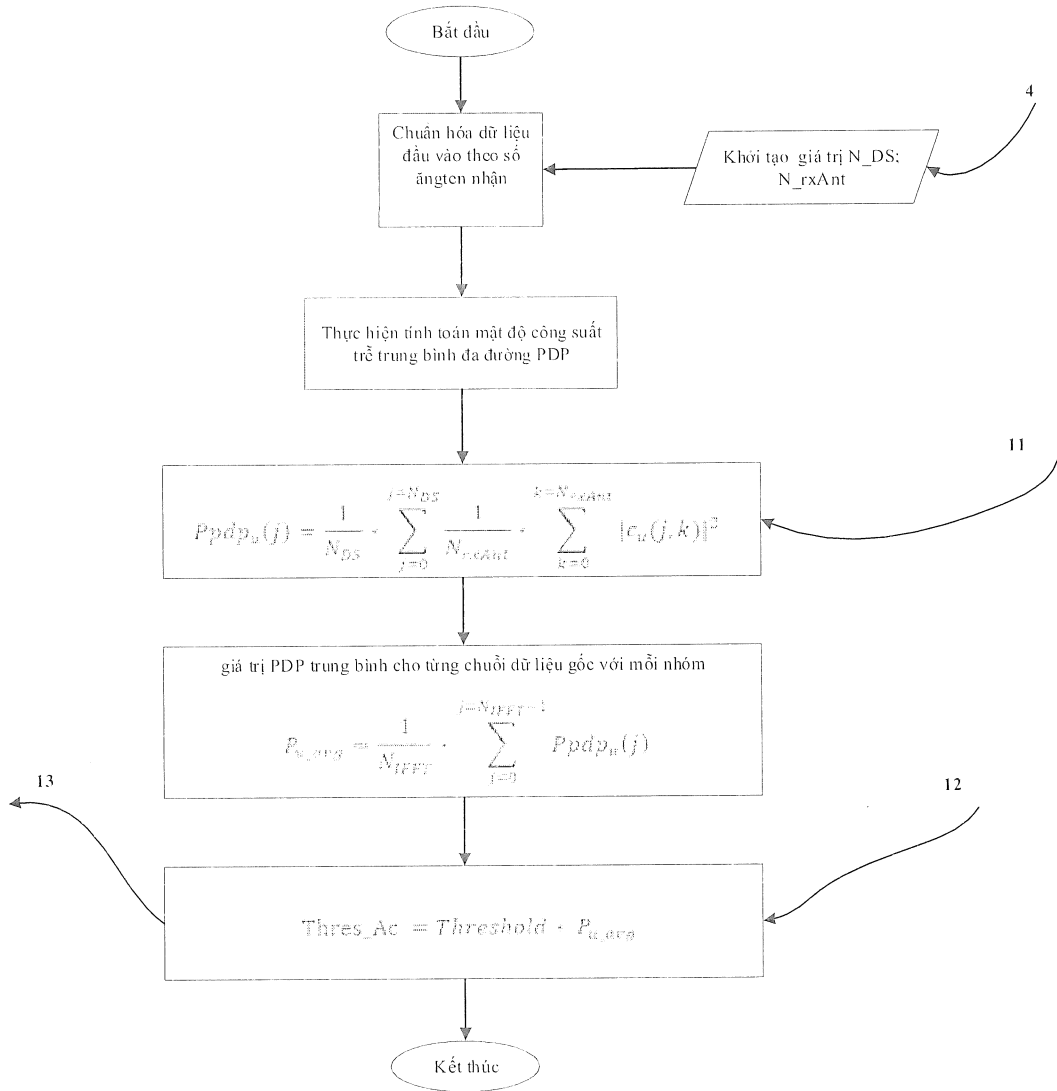
Hình 9



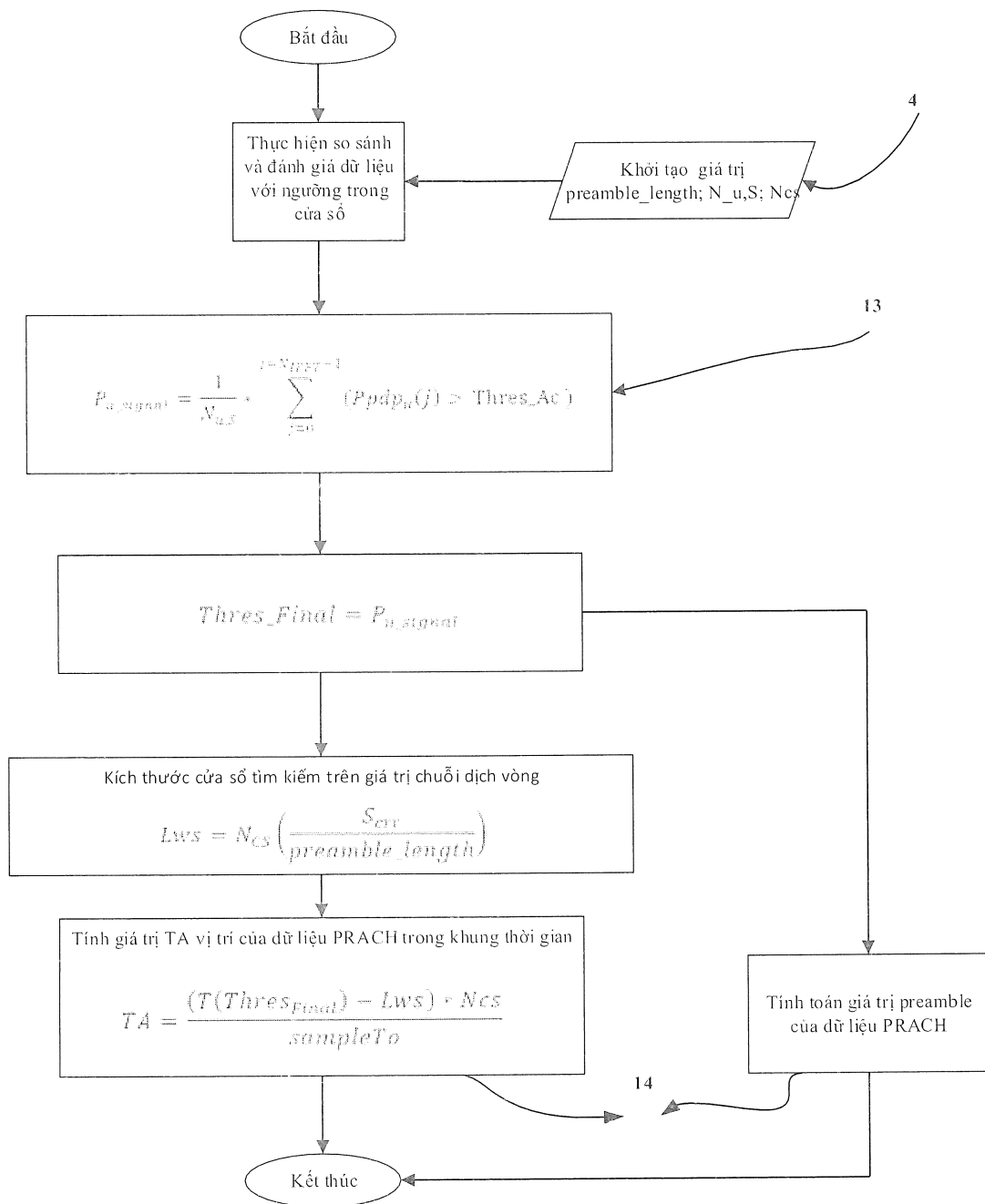
Hình 10



Hình 11



Hình 12



Hình 13