



(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)



1-0048676

(51)^{2022.01} H04W 52/00

(13) B

(21) 1-2022-04127

(22) 30/06/2022

(45) 25/07/2025 448

(43) 27/03/2023 420A

(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

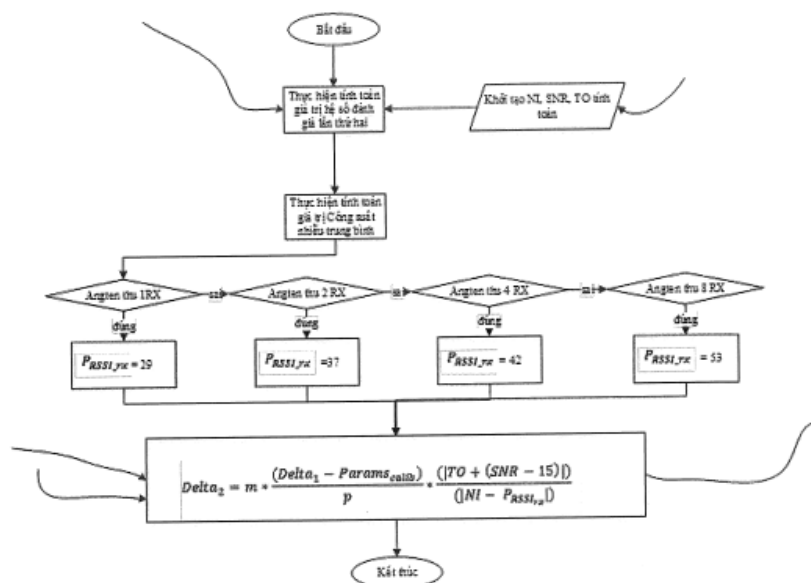
(72) NGUYỄN TRUNG TIẾN (VN); LƯƠNG XUÂN HÀO (VN); LÊ TRƯỜNG GIANG (VN); DƯƠNG VĂN HOÀN (VN).

(74) Công ty TNHH NACILAW (NACILAW)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH VÀ TỰ ỔN ĐỊNH TUYẾN THU TRONG TRẠM THU PHÁT GỐC VÔ TUYẾN THỂ HỆ THỨ NĂM

(21) 1-2022-04127

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp điều chỉnh và tự ổn định tuyến thu trong 5G bao gồm: thiết lập đồng bộ ban đầu và bộ tham số khởi tạo, thu thập giá trị pha xác định ban đầu của kênh tham khảo và dữ liệu; thực hiện xác định và đánh giá chỉ số độ trễ tín hiệu và công suất chuỗi mã đầu trên kênh vật lý PRACH (Physical Random Access Channel – Kênh vật lý truy cập ngẫu nhiên) đưa ra hệ số đánh giá thứ nhất; từ hệ số đánh giá thứ nhất so sánh với yêu cầu điều chỉnh nếu lớn hơn ngưỡng điều chỉnh tiếp tục xử lý dữ liệu và đánh giá hiệu chỉnh mức chi tiết trên kênh dữ liệu PUSCH (Physical Uplink Share Chanel- Kênh vật lý chia sẻ dữ liệu đường lên) lập lịch tiên xử lý, đưa ra hệ số đánh giá thứ hai. Nếu nhỏ hơn yêu cầu điều chỉnh tiếp tục thực hiện bước tiếp theo: từ các hệ số đánh giá trên thực hiện bù trễ trên thẻ chuyển đổi (transfer card - bộ phận chuyển dữ liệu hai chiều từ BBU và RRU) và công suất trên RRU với thời gian cập nhật định kỳ hoặc tức thời theo bảng quy luật điều chỉnh.



Hình 8

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp điều chỉnh và tự ổn định hệ thống tuyến thu trong trạm thu phát gốc vô tuyến thế hệ thứ năm. 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, việc để sử dụng được dịch vụ, duy trì tính ổn định giữa thiết bị người dùng (UE - User Equipment) và trạm thu phát gốc cần thực hiện đồng bộ tuyến thu, việc đồng bộ này cần đáp ứng được yêu cầu đáp với các vùng phủ có bán kính hẹp (small cell) và 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) 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 là kênh dữ liệu đường lên cần xử lý trong gNB và tiếp tục tới 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. Việc giám sát được sự thay đổi của môi trường cũng như hiệu chỉnh để bù đắp tất cả các sai lệch 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 một số hãng viễn thông như NOKIA, ERICSSON thường chọn phương pháp hiệu chỉnh thụ động các đường (port) trước khi triển khai bằng cách phát ra tín hiệu tham khảo và đo sự sai lệch giữa các đường, sau đó đưa ra tham số điều chỉnh ban đầu, cách xử lý hướng tới đảm bảo xử lý ở RRU. Đối với một số hãng khác như flexRan của Intel hay Xinlinx, Huawei lại sử dụng một bộ phần cứng riêng để DFT

(Discrete Fourier transform - biến đổi Fourier rời rạc) cho tín hiệu tham chiếu tại RRU, 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). Tuy nhiên hầu hết các giải pháp trên đều có một số nhược điểm như sau:

- Dữ liệu miền thời gian đẩy về BBU có dung lượng lớn, và chỉ quan tâm tới xử lý RRU trước khi gửi ra ngoài, dẫn tới không có khả năng hiệu chỉnh và ổn định lại theo thời gian thực.
- Tiêu tốn tài nguyên và giá thành sản phẩm ban đầu cao do yêu cầu về thiết bị rất lớn với độ chính xác gia công phần cứng.
- Độ chính xác và tỷ lệ giải mã sai phụ thuộc độ ổn định thụ động thiết bị, không có khả năng bù đắp sai số và biến động theo thời gian.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là tạo ra một phương pháp điều chỉnh và tự ổn định tuyến thu trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới theo thời gian thực, 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 chủ động.

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

Bước 1: thiết lập đồng bộ ban đầu và bộ tham số khởi tạo, thu thập giá trị pha xác định ban đầu của kênh tham khảo và dữ liệu.

Bước 2: xác định hệ số đánh giá thứ nhất thông qua kênh PRACH. Tại bước này, thực hiện xác định và đánh giá chỉ số độ trễ tín hiệu và công suất chuỗi mào đầu trên kênh vật lý PRACH (Physical Random Access Channel - Kênh vật lý truy cập ngẫu nhiên) đưa ra hệ số đánh giá thứ nhất.

Bước 3: đối chiếu thích ứng và tìm hệ số đánh giá thứ hai thông qua kênh PUSCH. Tại bước này, từ hệ số đánh giá thứ nhất so sánh với yêu cầu điều chỉnh nếu lớn hơn ngưỡng điều chỉnh, tiếp tục xử lý dữ liệu và đánh giá hiệu chỉnh mức chi tiết trên kênh dữ liệu PUSCH (Physical Uplink Share Chanel - Kênh vật lý chia sẻ dữ liệu đường lên)

lập lịch tiền xử lý, đưa ra hệ số đánh giá thứ hai. Nếu nhỏ hơn yêu cầu điều chỉnh tiếp tục thực hiện bước 4.

Bước 4: ứng dụng hệ số bù trễ và cân bằng công suất trên phần chuyển đổi hai chiều BBU và RRU. Tại bước này, từ các hệ số đánh giá trên thực hiện bù trễ trên thẻ chuyển đổi (transfer card – bộ phận chuyển dữ liệu hai chiều từ BBU và RRU) và công suất trên RRU với thời gian cập nhật định kỳ hoặc tức thời theo bảng quy luật điều chỉnh.

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, thực hiện trong bước 1 của sáng chế;

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả phân chia kênh PRACH và xử lý đầu vào, thực hiện trong bước 2 của sáng chế;

Hình 3 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả phần xác định công suất và độ trễ trên kênh PRACH, thực hiện trong bước 2 của sáng chế;

Hình 4 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định giá trị SNR, NI và TO trên kênh PUSCH, thực hiện trong bước 3 của sáng chế;

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định giá trị hệ số đánh giá lần thứ nhất, thực hiện trong bước 3 của sáng chế;

Hình 6 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định hiệu suất sử dụng phổ kênh dữ liệu, thực hiện trong bước 3 của sáng chế;

Hình 7 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định hệ số điều chỉnh, thực hiện trong bước 3 của sáng chế;

Hình 8 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định hệ số đánh giá lần thứ hai, thực hiện trong bước 3 của sáng chế;

Hình 9 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định độ trễ cập nhật vào thẻ chuyển đổi (transfer card) trên từng đường, thực hiện trong bước 4 của sáng chế;

Hình 10 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định độ lệch công suất trên từng đường cần cập nhật, thực hiện trong bước 4 của sáng chế;

Hình 11 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả xác định và cập nhật hiệu chỉnh theo định kỳ hay tức thời, thực hiện trong bước 4 của sáng chế.

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 điều chỉnh và tự ổn định tuyến thu trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới theo thời gian thực, 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 chủ động. Phương pháp gồm chi tiết các bước như sau:

Bước 1: thiết lập đồng bộ ban đầu và bộ tham số khởi tạo, thu thập giá trị pha xác định ban đầu của kênh tham khảo và dữ liệu. Cụ thể như sau:

ai) khởi tạo thiết lập hệ thống là đầu vào cho bước xử lý với số lượng ăng-ten đầu vào phụ thuộc vào năng lực phần cứng với cấu hình triển khai với cấu hình thiết lập tối đa tám ăng-ten thu, phân loại định dạng dữ liệu của kênh vật lý PRACH và PUSCH. 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.

aii) thu thập giá trị xác định ban đầu của kênh tham khảo vai trò kênh PRACH gửi định kỳ và kênh dữ liệu PUSCH.

- Thông qua bước xác định dữ liệu ban đầu kênh PRACH với các cấu hình về loại định dạng dài hoặc ngắn, thực hiện phân tách dữ liệu và loại bỏ CP là dữ liệu tiền tố 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 tố (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 tài 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.

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

Tham chiếu Hình 4 cho phần xử lý kênh PUSCH:

- Với dữ liệu kênh PUSCH được thực hiện ước lượng theo thuật toán LS (Least Square - bình phương tối thiểu):
 - Ước lượng thô kênh truyền dựa trên thuật toán LS:

$$\hat{H}_{LS}(k, r) = X^H Y$$

trong đó X là chuỗi DMRS biết trước ở cả phía phát và phía thu, Y là tín hiệu thu được tại các vị trí ánh xạ DMRS trong lưới tài nguyên;

- Ước lượng độ lệch mẫu trên miền thời gian:

- Xác định độ lệch pha giữa các sóng mang con trong cùng một ký tự DMRS:

$$phase(r) = \sum_{k=0}^{K-2} \hat{H}_{LS}(k, r) (\hat{H}_{LS}(k+2, r))^H$$

trong đó K là số sóng mang con có ký tự DMRS;

- Chuyển đổi độ lệch pha sang số mẫu lệch trên miền thời gian TO:

$$TO_{est} = \frac{angle(\sum_{r=0}^{R-1} phase(r)) * N_{FFT}}{2 * \pi * m}$$

trong đó R là số ăng-ten thu, N_{FFT} là độ dài FFT, $angle$ là hàm $atan2$, và m là khoảng cách giữa hai sóng mang con được dùng để tính độ lệch pha;

- m khác nhau phụ thuộc vào loại ánh xạ DMRS, cụ thể
 - + DMRS loại 1: $m = 4$, $phase$ được tính giữa sóng mang con 1 và 5, 3 và 7, ...
 - + DMRS loại 2: $m = 6$, $phase$ được tính giữa sóng mang con 1 và 7, 2 và 8, ...

- Ma trận nội suy W được xác định theo công thức sau:

$$W = \Phi_{\hat{H}H} * \Phi_{\hat{H}\hat{H}}^{-1}$$

Tương quan với vấn đề nội suy kênh truyền của kênh PUSCH, ta có:

- $\hat{H}$ là ước lượng kênh truyền dựa trên tín hiệu tham chiếu DMRS;
- H là ước lượng kênh truyền cho dữ liệu kênh PUSCH;
- $\Phi_{\hat{H}H}$ là ma trận tương quan chéo giữa kênh truyền cho dữ liệu và kênh truyền của tín hiệu tham chiếu DMRS;
- $\Phi_{\hat{H}\hat{H}}$ là ma trận tự tương quan của kênh truyền của tín hiệu tham chiếu DMRS.

Theo đó, Φ_{HH} gồm các trọng số tương quan chéo $\theta(k, l)$ giữa kênh truyền cho dữ liệu tại vị trí sóng mang k , ký tự l và kênh truyền của tín hiệu tham chiếu DMRS tại sóng mang k' , ký tự l' , được tính theo hàm *sinc* như sau:

$$\theta(k, l) = \text{sinc}(2f_{D_{max}}T_s(l - l')) \cdot \text{sinc}(2\tau_{max}\mu(k - k'))$$

trong đó τ_{max} là trải trễ cực đại của kênh truyền (s);

μ là khoảng cách sóng mang con (Hz);

$f_{D_{max}}$ là dịch Doppler cực đại của kênh truyền (Hz);

T_s là chu kỳ lấy mẫu;

$k - k'$ là khoảng cách sóng mang giữa dữ liệu và DMRS;

$l - l'$ là khoảng cách ký tự giữa dữ liệu và DMRS;

Công thức tính Φ_{HH} là ma trận MMSE bao gồm ma trận tự tương quan và tham số tín hiệu trên nhiễu SNR :

$$\Phi(k', l') = \frac{1}{SNR} \cdot I + \theta(k', l')$$

trong đó I là ma trận đơn vị. $SNR = SNR_0 = 30$ là giá trị SNR khởi đầu dùng để nội suy kênh truyền lần thứ nhất, sau đó thực hiện xác định lại giá trị SNR và nội suy kênh truyền lần thứ hai.

▫ Thực hiện ước lượng các chỉ số môi trường truyền:

- Chỉ số cường độ tín hiệu thu p (Received Signal Strength Indication - RSSI):

$$X = X_{DMRS}(k, l) * \hat{H}_{RS}(k', l')$$

$$p = \text{mean}(X \cdot X^H)$$

- Chỉ số nhiễu cộng tạp âm σ (Noise plus Interference - NI):

$$\delta(k, l) = Y_{RS}(k, l) - p$$

$$\sigma = \text{mean}(\delta \cdot \delta^H)$$

- Chỉ số tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR :

$$SNR = p/\sigma$$

Bước 2: xác định hệ số đánh giá thứ nhất thông qua kênh PRACH.

Tại bước này, thực hiện xác định và đánh giá chỉ số độ trễ tín hiệu và công suất chuỗi mã đầu trên kênh vật lý PRACH (Physical Random Access Channel – Kênh vật lý truy cập ngẫu nhiên) đưa ra hệ số đánh giá thứ nhất. Cụ thể:

bi) Thực hiện xác định giá trị độ trễ tín hiệu và công suất chuỗi mã đầu dữ liệu kênh PRACH dựa trên các xác định ban đầu ở bước 1. Xác định này tham chiếu hình 3.

- Xác định độ trễ tín hiệu PRACH bằng cách so sánh tín hiệu xác định và tín hiệu tham chiếu sau khi loại bỏ phần tín hiệu giả (TA). Với tín hiệu tính theo cửa sổ có thể tính ra giá trị sai lệch hay độ 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 gốc (root) tìm kiếm;
- $sampleTo$ là số lượng mẫu tính theo định dạng, băng thông và μ của PRACH;
- Xác định công suất chuỗi mã đầu dựa trên công suất tín hiệu trung bình:

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

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 cửa sổ IFFT lấy mẫu;
- $Ppdp_u(n)$ là dữ liệu xác định công suất trải trễ trung bình của các ăng ten nhận với kích thước của sổ j (dựa trên bình phương biên độ tín hiệu);

bii) Đánh giá và hiệu chỉnh thô lần đầu cho dữ liệu PRACH thu được.

- Dựa trên kết quả PRACH báo giá trị mào đầu tín hiệu (preamble) và công suất P_{u_avg} và độ trễ TA được xác định như trên áp dụng với cấu hình động hệ thống:
- PRACH cấu hình hiện tại có hai định dạng:
 - o Với định dạng ngắn $w = (4096/139) = 30$;
 - o Với định dạng dài $w = (4096/839) = 5$.
- Quy tắc điều chỉnh như sau:
 - o Thực hiện hiệu chỉnh điều chế mcs (Modulation Coding Scheme – phương thức mã hóa điều chế) hướng xuống (downlink) về giá trị bằng 18 và số tài nguyên cấp phát là RB (Resource Block – khối tài nguyên) = 200. Hướng lên (uplink) mcs về 1 và số tài nguyên RB = 90;
 - o Sửa cấu hình *ZeroConfig* từ giá trị 3 về 2;
 - o Tra bảng chuẩn 38.211 theo tài liệu 3GPP chương 6, giá trị giá trị vật lý gốc (root physical) ứng với giá trị chuỗi gốc (root sequence) hiện tại. Ví dụ đang là 32 thì là 17. Lấy $17/3$ dư 2 đơn vị;
 - o Lấy phần dư chuỗi 139 cho cấu hình (config) đang dùng là hai chuỗi, mỗi chuỗi bốn cửa sổ (với cấu Hình 2), phần dư đầu là 3, phần dư cuối 19;
 - o Chọn giá trị nhỏ nhất chia hết cho $19*4=76$;
 - o Nếu số dư ở trên là 2 thì lấy giá trị biến động là 40. Nếu số dư ở trên là 1 thì lấy giá trị biến động là 30 => Vậy chọn giá trị là $76-40=36$ với số dư 2 và $76-30=46$ với số dư 1;
 - o Đổi cấu hình *SsbPower* nếu là dư 2 thì giảm hai đơn vị, dư 1 giảm một đơn vị.
- biii) Xác định hệ số đánh giá lần thứ nhất dựa trên phần bii);
- Thực hiện đồng bộ UE và xác định giá trị hệ số đánh giá lần thứ nhất, tham chiếu từ Hình 5 và diễn giải công thức như dưới:

$$Delta_1 = \frac{P_{u_avg}}{P_{RSSI_rx}} * \frac{(|TA + (Pream - 60)|)}{w}$$

trong đó:

- $P_{u_{avg}}$ là giá trị PDP trung bình cho từng chuỗi gốc với cửa sổ IFFT tương ứng;
- $P_{RSSI_{rx}}$ là công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);
- P_{ream} là giá trị mào đầu giải mã được;
- w là giá trị theo định dạng PRACH ở trên;
- Δ_1 là hệ số đánh giá lần thứ nhất.

Bước 3: đối chiếu thích ứng và tìm hệ số đánh giá thứ hai thông qua kênh PUSCH.

Tại bước này, từ hệ số đánh giá thứ nhất so sánh với yêu cầu điều chỉnh nếu lớn hơn ngưỡng điều chỉnh tiếp tục xử lý dữ liệu và đánh giá hiệu chỉnh mức chi tiết trên kênh dữ liệu PUSCH (Physical Uplink Share Chanel- Kênh vật lý chia sẻ dữ liệu đường lên) lập lịch tiên xử lý, đưa ra hệ số đánh giá thứ hai. Nếu nhỏ hơn yêu cầu điều chỉnh tiếp tục thực hiện bước 4.

ci) Đánh giá so sánh hệ số đánh giá lần thứ nhất Δ_1 và hệ số điều chỉnh (tham chiếu từ Hình 7). Hệ số điều chỉnh được tính theo công thức sau:

$$Params_{calib} = \frac{1}{N_{IFFT}} * \frac{30 * (Ncs)}{P_{RSSI_{rx}}}$$

trong đó:

- $P_{RSSI_{rx}}$ là công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);
 - Ncs là giá trị tương ứng vị trí của chuỗi root tìm kiếm;
 - N_{IFFT} là độ dài cửa sổ IFFT lấy mẫu;
 - $Params_{calib}$ là hệ số điều chỉnh.
- Nếu giá trị Δ_1 nhỏ hơn giá trị $Params_{calib}$ thì tiếp tục thực hiện bước 4;
 - Nếu giá trị Δ_1 lớn hơn giá trị $Params_{calib}$ thì thực hiện việc hiệu chỉnh sau sau:
 - Dựa trên kênh PUSCH thu thập và xác định ra giá trị tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR. Chỉ số cường độ tín hiệu thu p (Received Signal Strength Indication - RSSI); chỉ

số nhiễu cộng tạp âm σ (Noise plus Interference - NI) và số mẫu lệch trên miền thời gian TO.

- Sử dụng cây dữ liệu khu vực lập định kỳ, trong đó dữ liệu đường lên với số lượng tài nguyên RB là 21, tính tỷ lệ phần sử dụng hiện có so với hiệu dụng để đánh giá hiệu suất sử dụng phổ hiện tại, tham chiếu Hình 6:

$$m = p - [10 * \log(21)]$$

trong đó:

- o p là giá trị cường độ tín hiệu của kênh PUSCH;
- o m là hiệu suất sử dụng phổ hiện tại.

cii) Xác định hệ số đánh giá lần thứ hai dựa trên phần ci);

- Thực hiện đồng bộ UE và xác định giá trị hệ số đánh giá lần thứ hai (tham chiếu từ Hình 8) và theo công thức sau:

$$Delta_2 = m * \frac{(Delta_1 - Params_{calib})}{p} * \frac{(|TO + (SNR - 15)|)}{(|NI - P_{RSSI_{rx}}|)}$$

trong đó:

- o p là giá trị cường độ tín hiệu của kênh PUSCH;
- o $P_{RSSI_{rx}}$ là Công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);
- o TO là giá trị số mẫu lệch miền thời gian;
- o SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;
- o NI là Là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;
- o $Delta_1$ là hệ số đánh giá lần thứ nhất;
- o $Delta_2$ là hệ số đánh giá lần thứ hai.

Bước 4: ứng dụng hệ số bù trễ và cân bằng công suất trên phần chuyển đổi hai chiều BBU và RRU.

Từ các hệ số đánh giá trên thực hiện bù trễ trên thẻ chuyển đổi (transfer card - bộ phận chuyển dữ liệu hai chiều từ BBU và RRU) và công suất trên RRU với thời gian cập nhật định kỳ hoặc tức thời theo bảng quy luật điều chỉnh.

di) Thực hiện bù trễ trên thẻ chuyển đổi (transfer card) dựa trên hệ số đánh giá Δ_2 và Δ_1 .

- Số lượng đường trên thẻ chuyển đổi (transfercard) tương ứng số lượng đường thu với yêu cầu các đường thu cập nhật theo chu kỳ cập nhật là 10 ms. Do đó giá trị được bù trên từng đường này, tham chiếu Hình 9, và sẽ thỏa mãn công thức sau:

$$Tcomp_i = \frac{(\Delta_2 - 63)}{TO_i * (SNR - 30)} \quad \text{nếu } \Delta_1 > Params_{calib}$$

$$Tcomp_i = \frac{(\Delta_1 - 31)}{TO_i} \quad \text{nếu } \Delta_1 < Params_{calib}$$

trong đó:

- $Tcomp_i$ là giá trị bù trễ cho đường ăng ten thu thứ i;
- TO_i là giá trị tính nguyên mẫu lệch từng đường ban đầu đường theo khởi tạo;
- SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;
- NI là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;
- Δ_1 là hệ số đánh giá lần thứ nhất;
- Δ_2 là hệ số đánh giá lần thứ hai.

dii) thực hiện bù công suất cho từng đường thu theo thời gian thực (tham chiếu Hình 10) với chu kỳ cập nhật là 10 ms.

$$Pcomp_i = \frac{(\Delta_2 - 63)}{(PO_i - 15)} \quad \text{nếu } \Delta_1 > Params_{calib}$$

$$Pcomp_i = \frac{(\Delta_1 - 31)}{PO_i - 10 * \log 21} \quad \text{nếu } \Delta_1 < Params_{calib}$$

trong đó:

- $Pcomp_i$ là giá trị bù công suất cho đường ăng ten thu thứ i;
- PO_i là giá trị tính nguyên mẫu công suất cho từng đường ban đầu đường theo khởi tạo;
- SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;
- NI là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;
- Δ_1 là hệ số đánh giá lần thứ nhất;
- Δ_2 là hệ số đánh giá lần thứ hai.

diii) Thực hiện bù trễ thẻ chuyển đổi (transfercard) và công suất cho từng đường thu theo yêu cầu tức thời nếu xuất hiện giá trị TO_i giữa các đường lệch quá 8 đơn vị hoặc giá trị PO_i giữa các đường lệch quá 2 dB. Tham chiếu Hình 11.

- Đối với trễ sẽ thực hiện theo công thức mục xác định ở di) cho giá trị bù trễ thẻ chuyển đổi (transfercard).
- Đối với công suất sẽ thực hiện theo công thức mục xác định ở dii) cho giá trị bù công suất thẻ chuyển đổi (transfer card).

Kết thúc bước 4, sáng chế đưa ra giá trị ổn định đầu pha mong muốn và công suất tại dữ liệu thu về tại các đầu kết nối là tương đương nhau, hệ thống đồng bộ theo khung phát theo thời gian thực.

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 với trạm thu phát gốc vô tuyến 5G.

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 nhiễu đánh giá khả năng giải mã tín hiệu. Thực hiện vận hành hệ thống trong thời gian dài đồng thời tạo ra các biến động nhằm đánh giá sự thay đổi điều chỉnh và ổn định lại hệ thống. Đánh giá chu kỳ đáp ứng tốt nhất mà hệ thống đạt được là 45 ms với điều kiện biến động trễ lớn nhất là 150 đơn vị và độ lệch công suất lớn nhất 3,5 dB. Với đáp ứng của phương pháp sáng chế sai số xác định khôi phục về mức 2 đơn vị lệch mẫu và công suất chênh lệch là 0,3 dB. Đối với việc không sử dụng phương pháp của sáng chế hệ thống sẽ gặp vấn đề không ổn định với biên độ dao động trễ lớn từ 100- 150 đơn vị và lệch giữa các tuyến thu 2-3 dB.

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 có khả năng điều chỉnh và tự ổn định tuyến thu trong 5G, giải quyết vấn đề chậm trễ và sai lệch trong dữ liệu người dùng trong mạng lưới theo thời gian thực 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 chủ động.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp điều chỉnh và tự ổn định tuyến thu trong trạm thu phát gốc vô tuyến thể hệ thứ năm, bao gồm:

bước 1: thiết lập đồng bộ ban đầu và bộ tham số khởi tạo: thu thập giá trị pha xác định ban đầu của kênh tham khảo và dữ liệu;

bước 2: xác định hệ số đánh giá thứ nhất thông qua kênh PRACH; tại bước này, thực hiện xác định và đánh giá chỉ số độ trễ tín hiệu và công suất chuỗi mã đầu trên kênh vật lý PRACH (physical random access channel – kênh vật lý truy cập ngẫu nhiên) đưa ra hệ số đánh giá thứ nhất:

xác định độ trễ tín hiệu PRACH bằng cách so sánh tín hiệu xác định và tín hiệu tham chiếu sau khi loại bỏ phần tín hiệu giả (TA); với tín hiệu tính theo cửa sổ có thể tính ra giá trị sai lệch hay độ 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 gốc (root) tìm kiếm;

$sampleTo$ là số lượng mẫu tính theo định dạng, băng thông và μ của PRACH;

xác định công suất chuỗi mã đầu dựa trên công suất tín hiệu trung bình:

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

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 cửa sổ IFFT lấy mẫu;

$P_{pdp_u}(n)$ là dữ liệu xác định công suất trải trễ trung bình của các ăng ten nhận với kích thước của số j (dựa trên bình phương biên độ tín hiệu);

đánh giá và hiệu chỉnh thô lần đầu cho dữ liệu PRACH thu được:

dựa trên kết quả PRACH báo giá trị mã đầu tín hiệu (preamble) và công suất P_{u_avg} và độ trễ TA được xác định như trên áp dụng với cấu hình động hệ thống:

PRACH cấu hình hiện tại có hai định dạng:

với định dạng ngắn $w = (4096/139) = 30$;

với định dạng dài $w = (4096/839) = 5$;

quy tắc điều chỉnh như sau:

thực hiện hiệu chỉnh điều chế mcs (modulation coding scheme – phương thức mã hóa điều chế) hướng xuống (downlink) về giá trị bằng 18 và số tài nguyên cấp phát là RB (resource block – khối tài nguyên) = 200; hướng lên (uplink) mcs về 1 và số tài nguyên RB = 90; sửa cấu hình ZeroConfig từ giá trị 3 về 2;

tra bảng chuẩn 38.211 theo tài liệu 3GPP chương 6, giá trị vật lý gốc ứng với giá trị chuỗi gốc hiện tại; ví dụ đang là 32 thì là 17; lấy 17/3 dư 2 đơn vị;

lấy phần dư chuỗi 139 cho cấu hình đang dùng là hai chuỗi, mỗi chuỗi bốn cửa sổ (với cấu hình 2), phần dư đầu là 3, phần dư cuối 19;

chọn giá trị nhỏ nhất chia hết cho $19 \times 4 = 76$;

nếu số dư ở trên là 2 thì lấy giá trị biến động là 40; nếu số dư ở trên là 1 thì lấy giá trị biến động là 30 $\Rightarrow$ vậy chọn giá trị là $76 - 40 = 36$ với số dư 2 và $76 - 30 = 46$ với số dư 1;

đổi cấu hình $SsbPower$ nếu là dư 2 thì giảm hai đơn vị, dư 1 giảm một đơn vị;

xác định hệ số đánh giá lần thứ nhất dựa trên phần trước;

thực hiện đồng bộ UE và xác định giá trị hệ số đánh giá và diễn giải công thức như dưới:

$$Delta_1 = \frac{P_{u_avg}}{P_{RSSI_rx}} * \frac{(|TA + (Pream - 60)|)}{w}$$

trong đó:

P_{u_avg} là giá trị PDP trung bình cho từng chuỗi gốc với cửa sổ IFFT tương ứng;

P_{RSSI_rx} là Công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);

$Pream$ là giá trị mào đầu giải mã được;

w là giá trị theo định dạng PRACH ở trên;

$Delta_1$ là hệ số đánh giá lần thứ nhất;

bước 3: đối chiếu thích ứng và tìm hệ số đánh giá thứ hai thông qua kênh PUSCH; tại bước này, từ hệ số đánh giá thứ nhất so sánh với yêu cầu điều chỉnh nếu lớn hơn ngưỡng điều chỉnh tiếp tục xử lý dữ liệu và đánh giá hiệu chỉnh mức chi tiết trên kênh dữ liệu PUSCH (kênh vật lý chia sẻ dữ liệu đường lên) lập lịch tiên xử lý, đưa ra hệ số đánh giá thứ hai, nếu nhỏ hơn yêu cầu điều chỉnh tiếp tục thực hiện bước tiếp theo; cụ thể:

đánh giá so sánh hệ số đánh giá lần thứ nhất $Delta_1$ và hệ số điều chỉnh, hệ số điều chỉnh được tính theo công thức sau:

$$Params_{calib} = \frac{1}{N_{IFFT}} * \frac{30 * (Ncs)}{P_{RSSI_{rx}}}$$

trong đó:

$P_{RSSI_{rx}}$ là công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);

Ncs là giá trị tương ứng vị trí của chuỗi root tìm kiếm;

N_{IFFT} là độ dài cửa sổ IFFT lấy mẫu;

$Params_{calib}$ là hệ số điều chỉnh;

nếu giá trị $Delta_1$ nhỏ hơn giá trị $Params_{calib}$ thì tiếp tục thực hiện bước 4;

nếu giá trị $Delta_1$ lớn hơn giá trị $Params_{calib}$ thì thực hiện việc hiệu chỉnh sau sau:

dựa trên kênh PUSCH thu thập và xác định ra giá trị tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR; chỉ số cường độ tín hiệu thu p (received signal strength indication - RSSI); chỉ số nhiễu cộng tạp âm σ (noise plus interference - NI) và số mẫu lệch trên miền thời gian TO;

sử dụng cây dữ liệu khu vực lập định kỳ trong đó dữ liệu đường lên với số lượng tài nguyên RB là 21 tính tỷ lệ phân sử dụng hiện có so với hiệu dụng để đánh giá hiệu suất sử dụng phổ hiện tại:

$$m = p - [10 * \log(21)]$$

trong đó:

p là giá trị cường độ tín hiệu của kênh PUSCH;

m là hiệu suất sử dụng phổ hiện tại;

xác định hệ số đánh giá lần thứ hai

thực hiện đồng bộ UE và xác định giá trị hệ số đánh giá lần thứ hai và theo công thức sau:

$$Delta_2 = m * \frac{(Delta_1 - Params_{calib})}{p} * \frac{(|TO + (SNR - 15)|)}{(|NI - P_{RSSI_{rx}}|)}$$

trong đó:

p là giá trị cường độ tín hiệu của kênh PUSCH;

$P_{RSSI_{rx}}$ là Công suất nhiễu trung bình lớn nhất theo số lượng ăng ten nhận vào (1 rx = 29; 2 rx = 37; 4rx = 42; 8rx = 53);

TO là giá trị số mẫu lệch miền thời gian;

SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;

NI là Là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;

Δ_1 là hệ số đánh giá lần thứ nhất;

Δ_2 là hệ số đánh giá lần thứ hai;

bước 4: ứng dụng hệ số bù trễ và cân bằng công suất trên phần chuyển đổi hai chiều BBU và RRRU; tại bước này, từ các hệ số đánh giá trên thực hiện bù trễ trên thẻ chuyển đổi (transfer card - bộ phận chuyển dữ liệu hai chiều từ BBU và RRU) và công suất trên RRU với thời gian cập nhật định kỳ hoặc tức thời theo bảng quy luật điều chỉnh; cụ thể:

thực hiện bù trễ trên transfer card dựa trên hệ số đánh giá Δ_2 và Δ_1 :

số lượng đường trên thẻ chuyển đổi (transfercard) tương ứng số lượng đường thu với yêu cầu các đường thu cập nhật theo chu kỳ cập nhật là 10 ms; do đó giá trị được bù trên từng đường này và sẽ thỏa mãn công thức (1) sau:

$$T_{comp_i} = \frac{(\Delta_2 - 63)}{TO_i * (SNR - 30)} \quad \text{nếu } \Delta_1 > Params_{calib}$$

$$T_{comp_i} = \frac{(\Delta_1 - 31)}{TO_i} \quad \text{nếu } \Delta_1 < Params_{calib}$$

trong đó:

T_{comp_i} là giá trị bù trễ cho đường ăng ten thu thứ i ;

TO_i là giá trị tính nguyên mẫu lệch từng đường ban đầu đường theo khởi tạo;

SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;

NI là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;

Δ_1 là hệ số đánh giá lần thứ nhất;

Δ_2 là hệ số đánh giá lần thứ hai;

thực hiện bù công suất cho từng đường thu theo thời gian thực với chu kỳ cập nhật là 10 ms theo công thức (2) sau:

$$P_{comp_i} = \frac{(\Delta_2 - 63)}{(PO_i - 15)} \quad \text{nếu } \Delta_1 > Params_{calib}$$

$$P_{comp_i} = \frac{(Delta_1 - 31)}{PO_i - 10 * \log 21} \quad \text{nếu } Delta_1 < Params_{calib}$$

trong đó:

P_{comp_i} là giá trị bù công suất cho đường ăng ten thu thứ i ;

PO_i là giá trị tính nguyên mẫu công suất cho từng đường ban đầu
đường theo khởi tạo;

SNR là giá trị tín hiệu trên nhiễu;

NI là giá trị công suất nhiễu tính được của PUSCH;

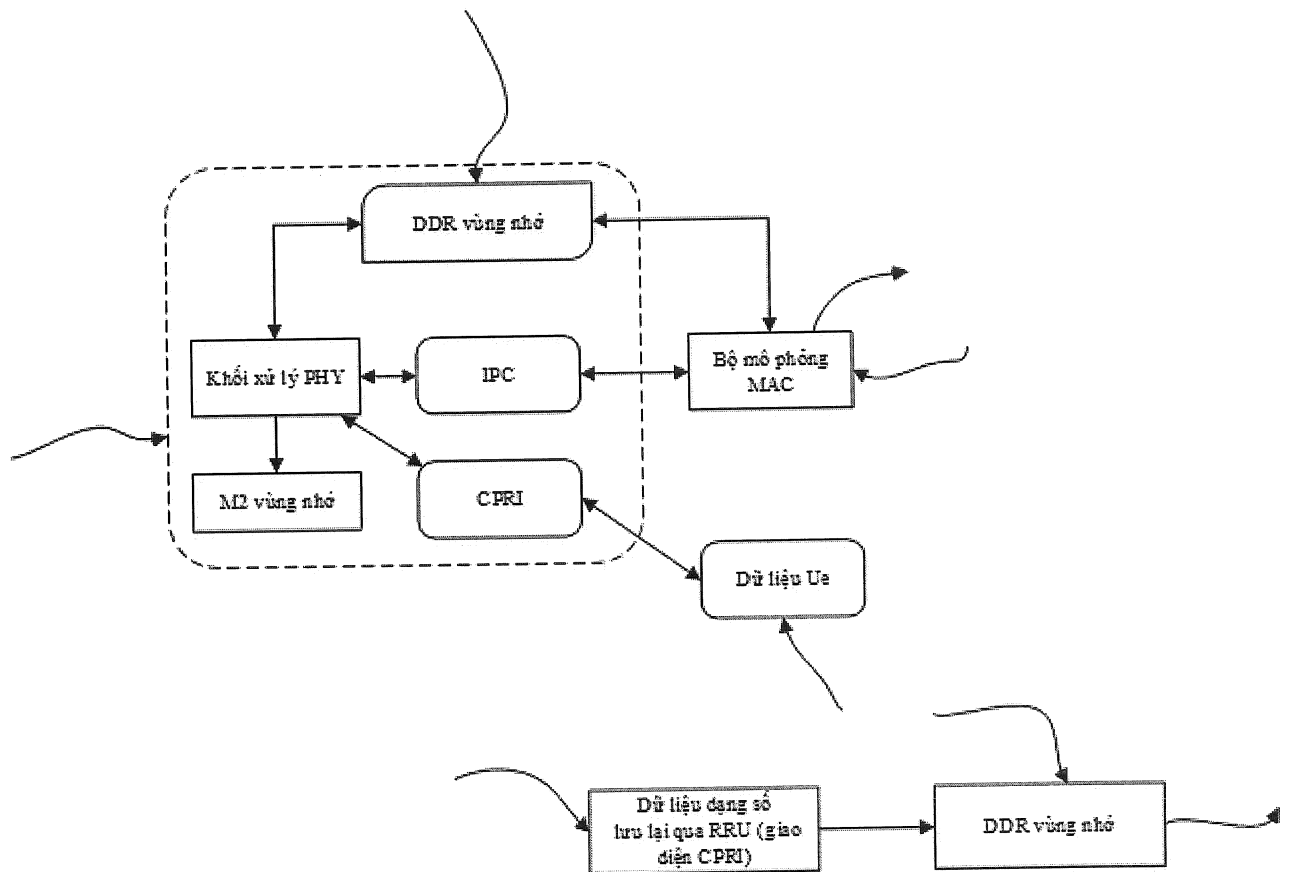
$Delta_1$ là hệ số đánh giá lần thứ nhất;

$Delta_2$ là hệ số đánh giá lần thứ hai;

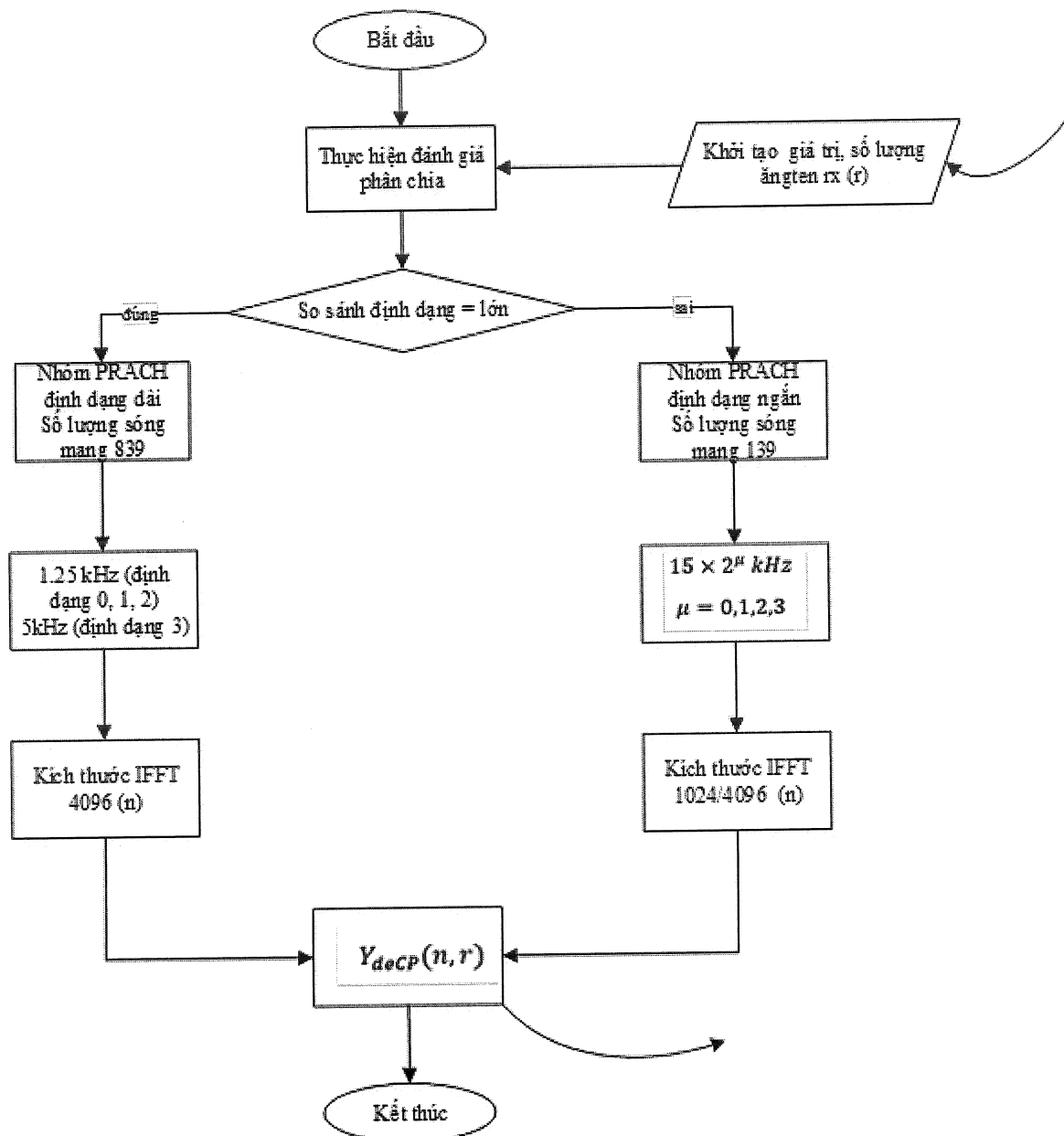
thực hiện bù trễ thể chuyển đổi (transfercard) và công suất cho từng đường thu theo yêu cầu tức thời nếu xuất hiện giá trị TO_i giữa cách đường lệch quá 8 đơn vị hoặc giá trị PO_i giữa các đường lệch quá 2 dB:

đối với trễ sẽ thực hiện theo công thức mục xác định theo công thức (1) cho giá trị bù trễ thể chuyển đổi (transfercard);

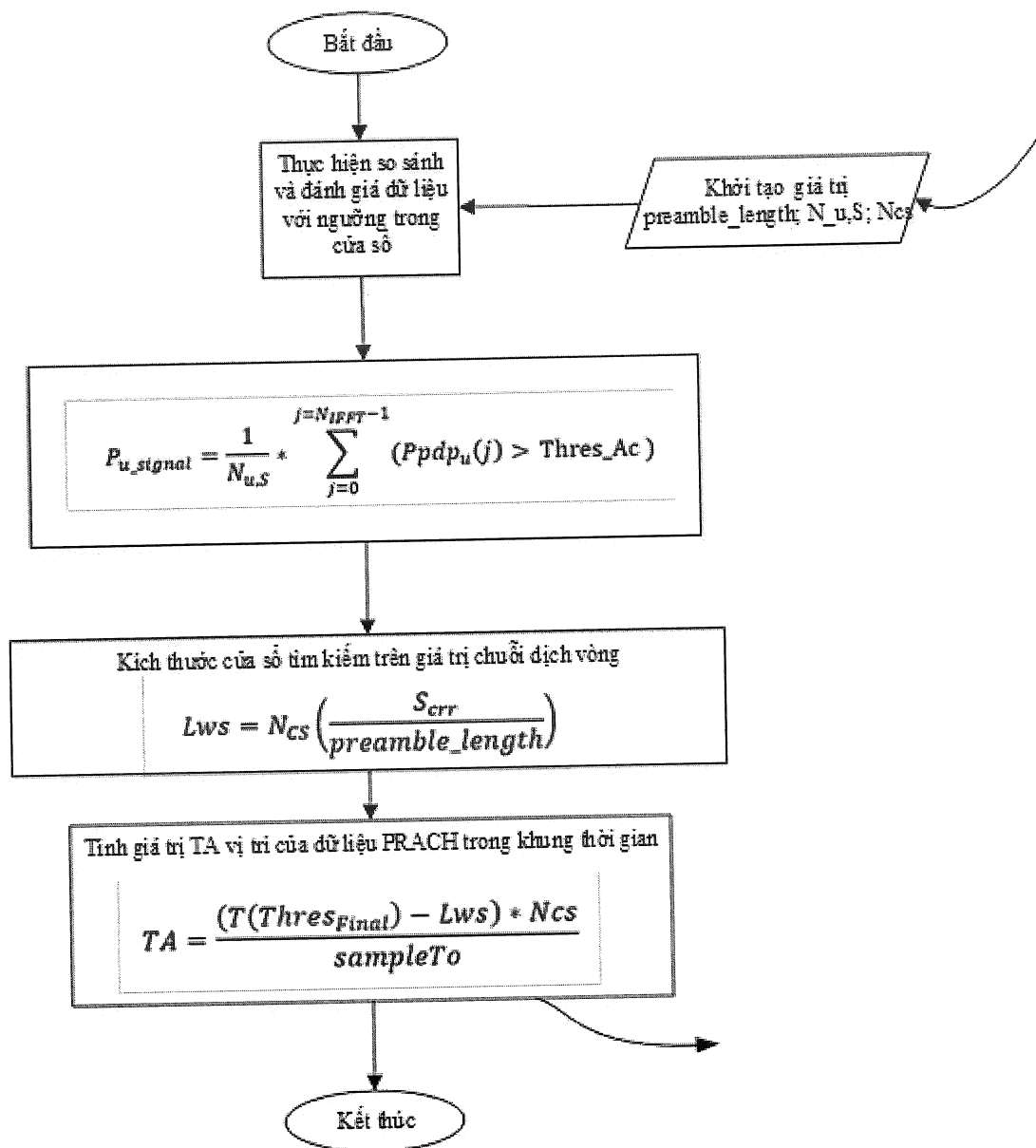
đối với công suất sẽ thực hiện theo công thức mục xác định theo công thức (2) cho giá trị bù công suất thể chuyển đổi (transfer card).



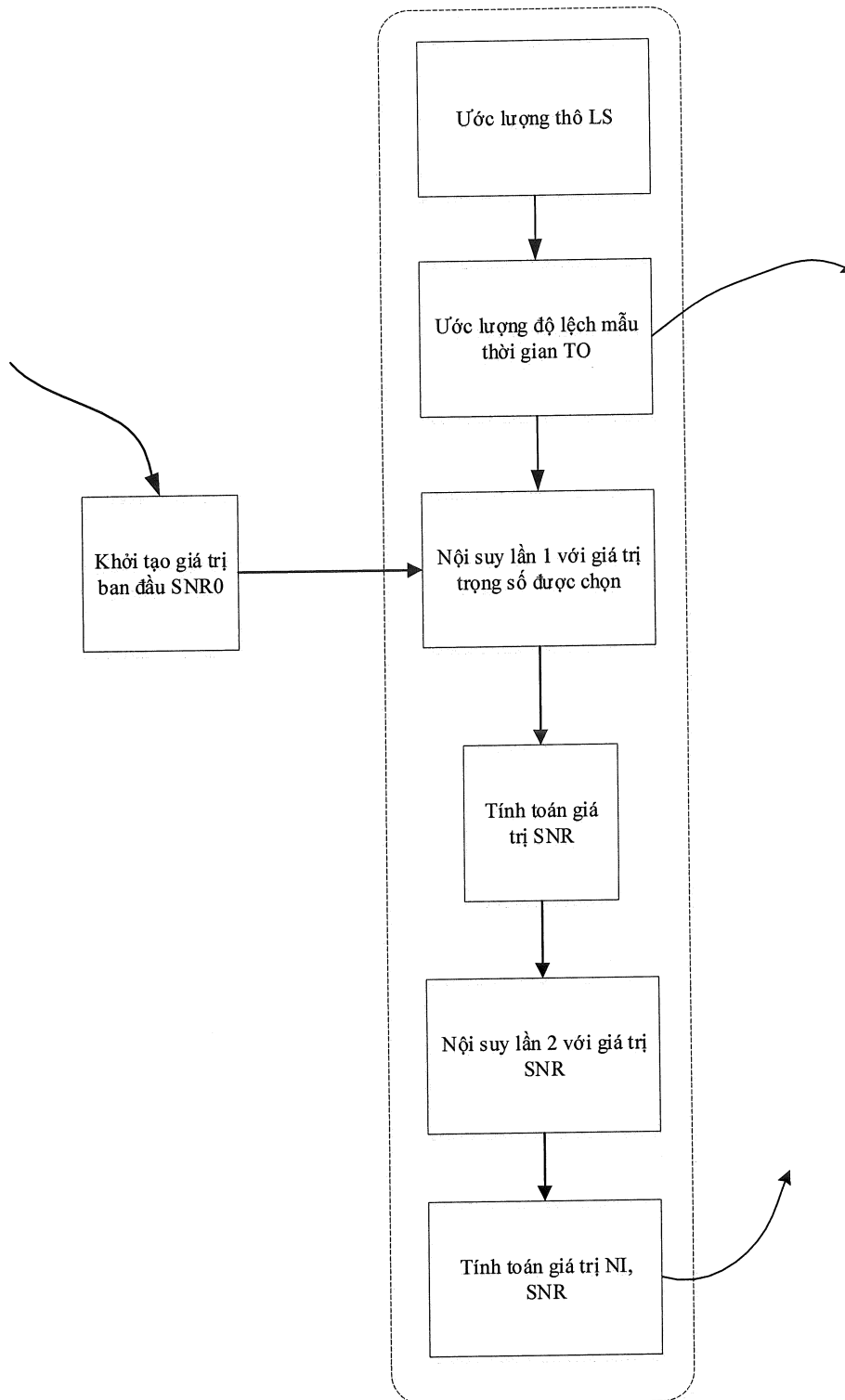
Hình 1

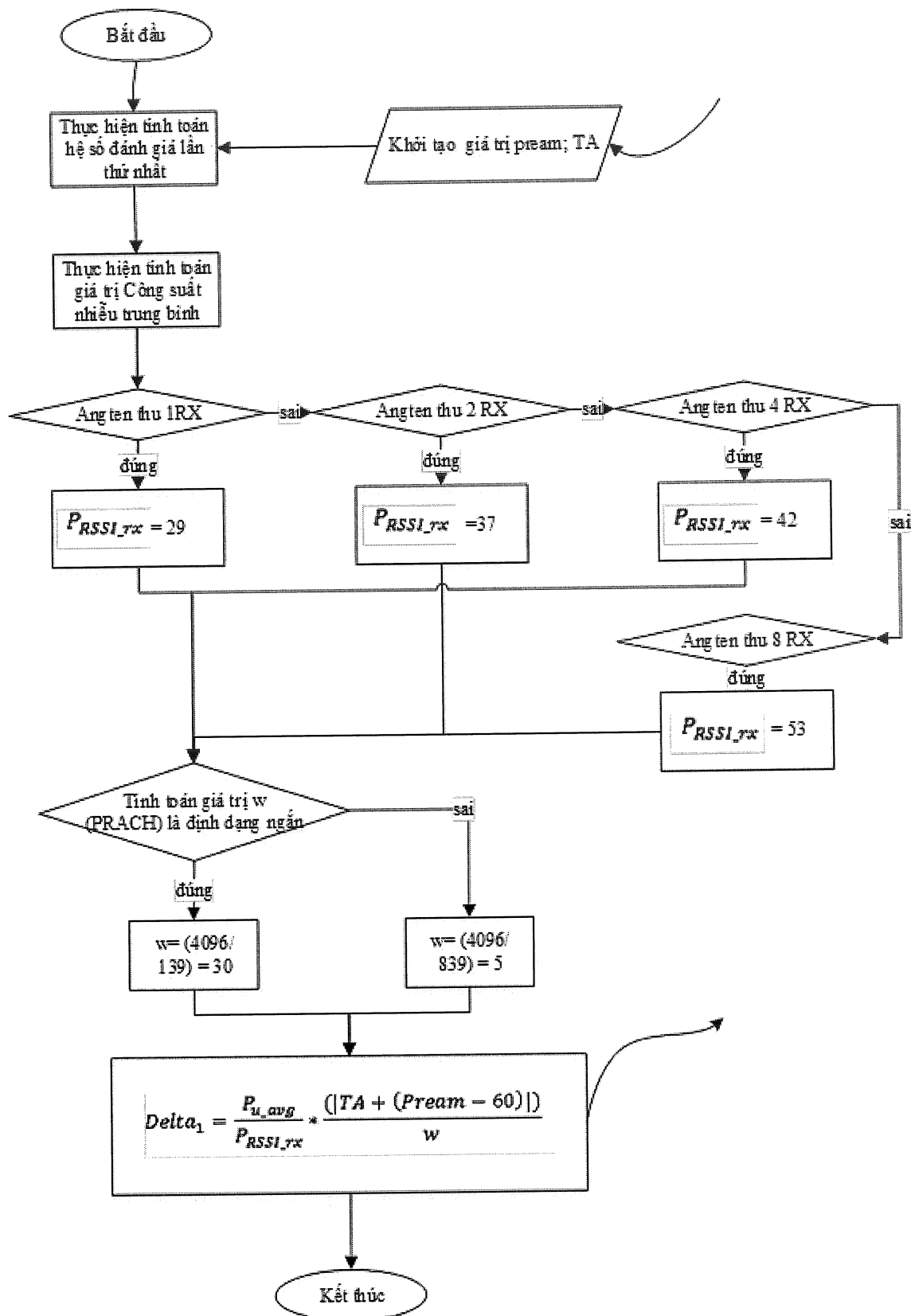


Hình 2

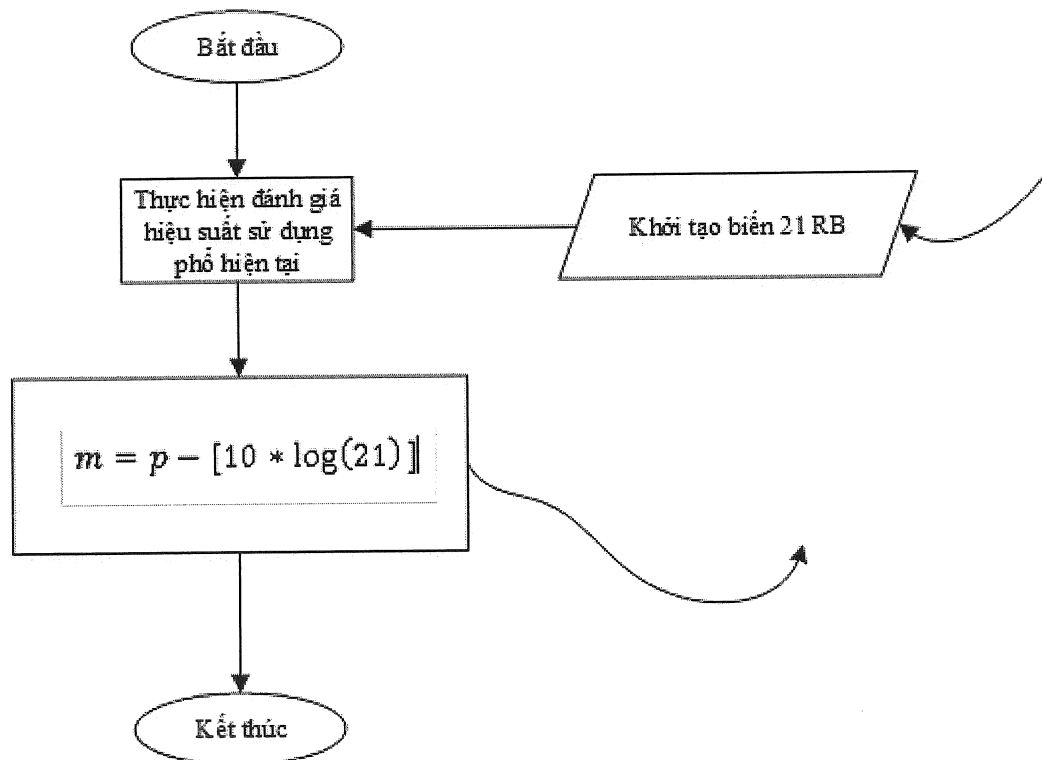


Hình 3

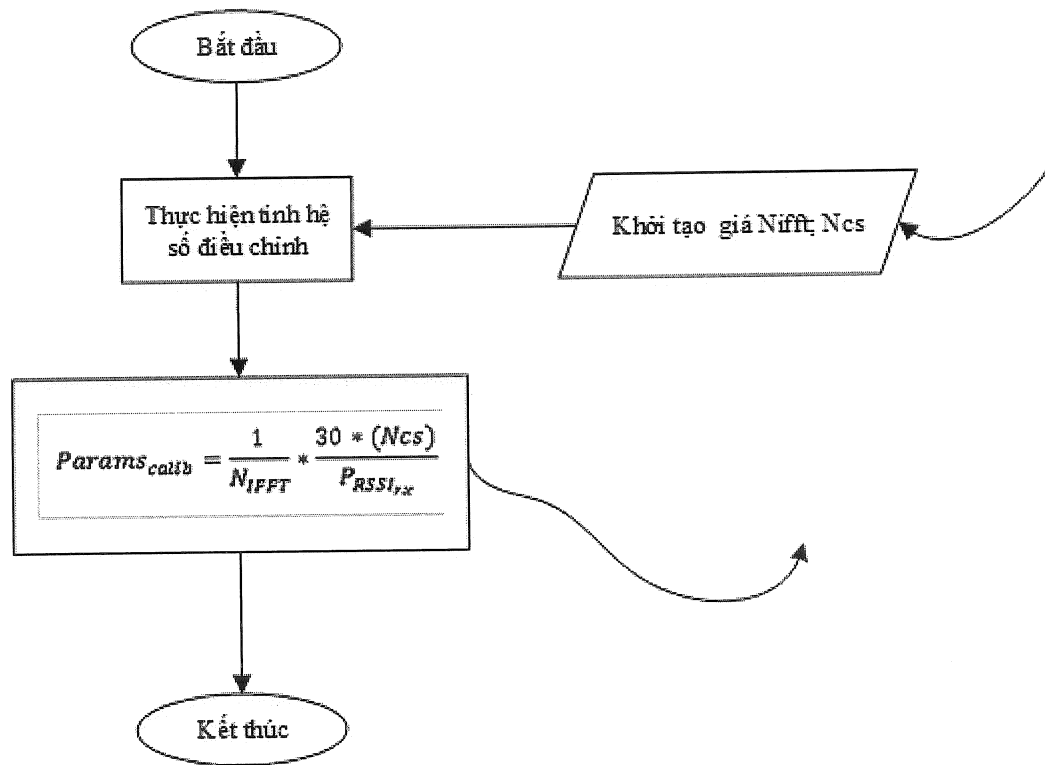
**Hình 4**



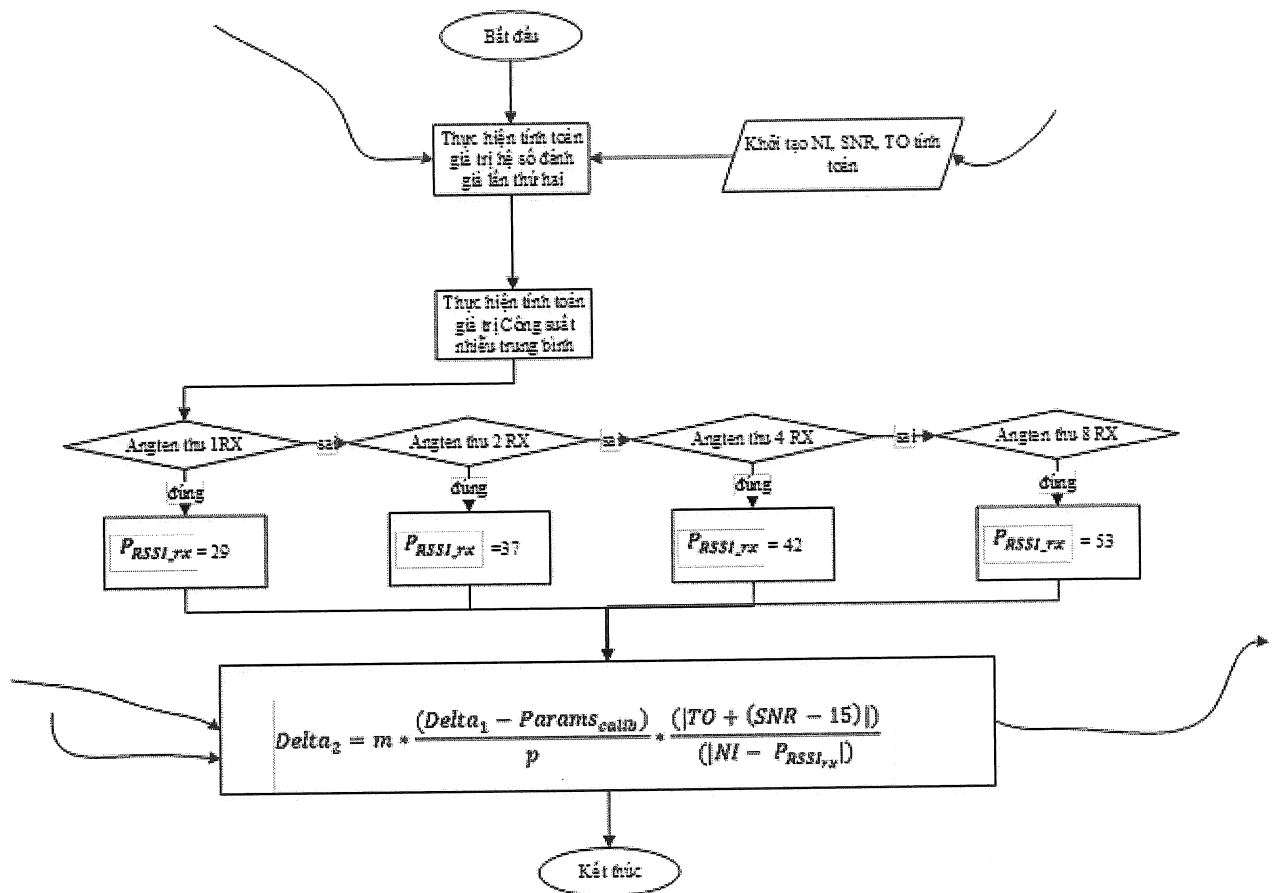
Hình 5



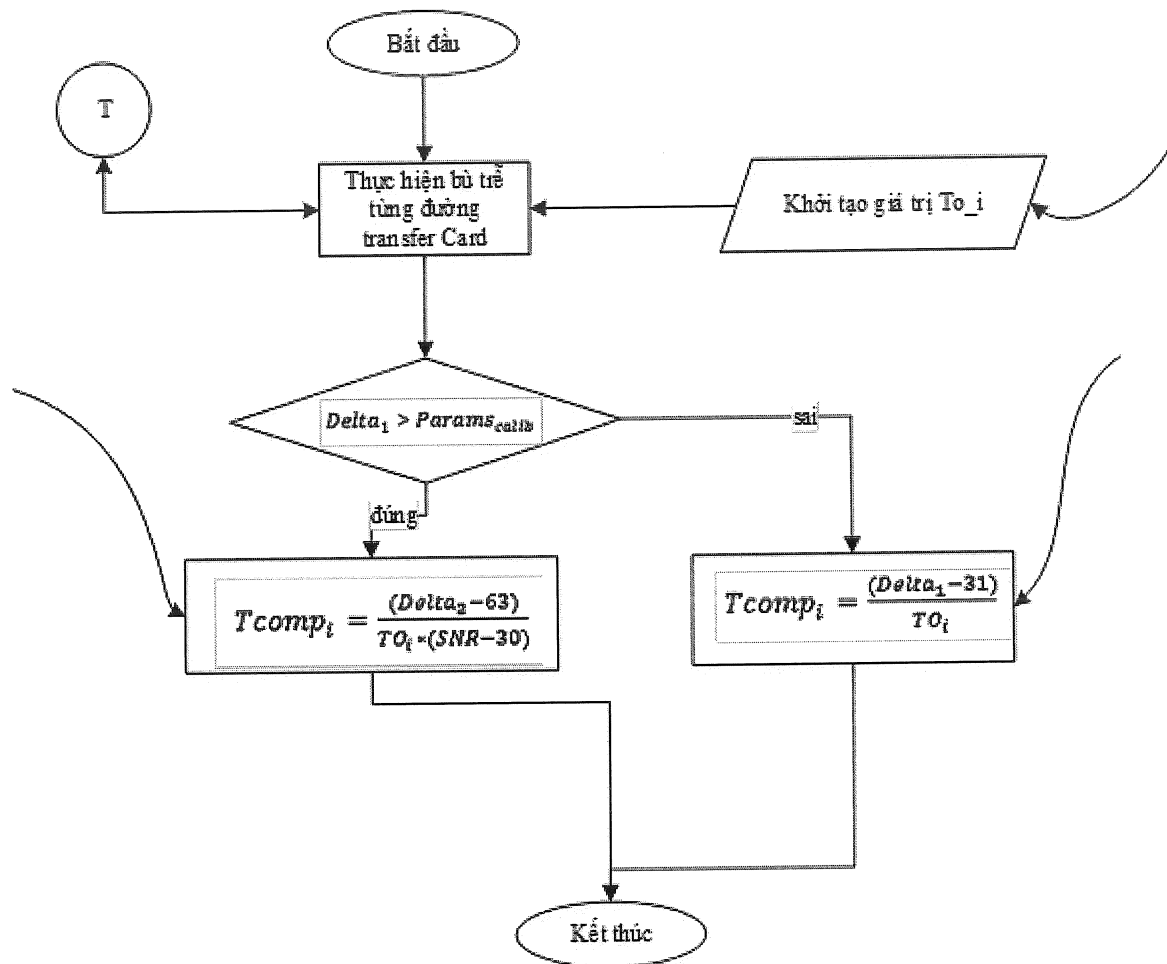
Hình 6



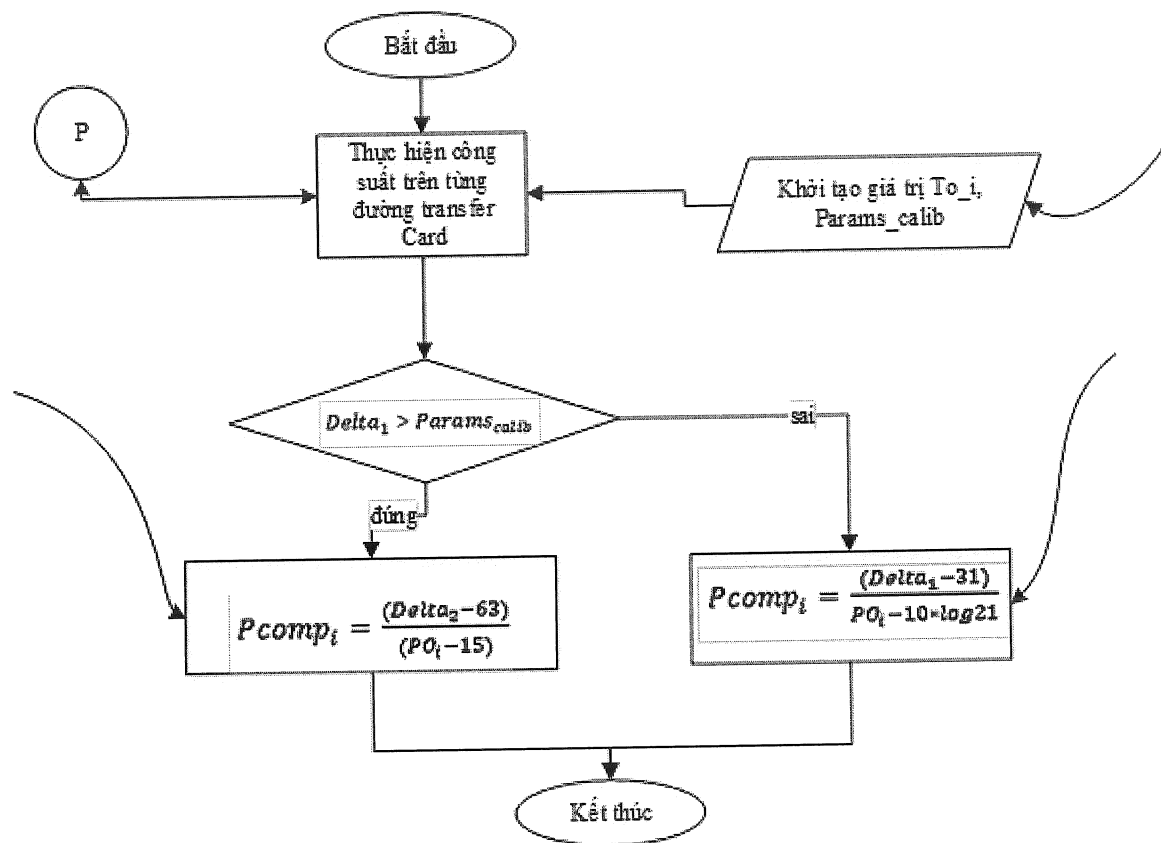
Hình 7



Hình 8



Hình 9



Hình 10