



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0026272

(51)⁸ H04W 52/143; H04W 72/00; H04W
52/241; H04B 1/00; H04W 52/146

(13) B

(21) 1-2018-04218

(22) 24/09/2018

(45) 25/11/2020 392

(43) 26/11/2018 368A

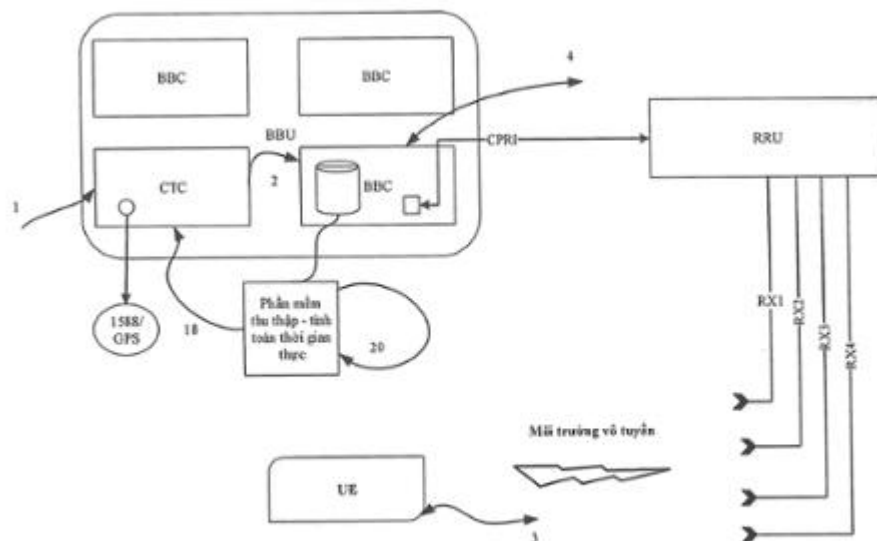
(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VIETTEL) (VN)
Số 1 Trần Hữu Dực, Mỹ Đình 2, Nam Từ Liêm, Hà Nội

(72) Nguyễn Trung Tiên (VN); Hồ Thị Xuân Hòa (VN); Lương Xuân Hào (VN); Lê Trường Giang (VN); Vũ Tuấn Đức (VN).

(74) Công ty Luật TNHH quốc tế BMVN (BMVN INTERNATIONAL LLC)

(54) PHƯƠNG PHÁP HIỆU CHỈNH VÀ ĐIỀU KHIỂN CÔNG SUẤT TUYẾN THU THÍCH ỨNG THEO MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DẪN TRONG HỆ THỐNG TRẠM THU PHÁT GỐC VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu thích ứng theo môi trường truyền dẫn trong hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - eNodeB) tiến hóa dài hạn (Long term evolution - LTE), bao gồm: a) thiết lập tham số khởi tạo và thu thập dữ liệu đầu vào của hệ thống; b) chuẩn hóa, đánh giá dữ liệu và phân hóa môi trường đặc trưng; và c) tính toán, hiệu chỉnh và ứng dụng điều khiển thích ứng môi trường theo thời gian.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu có thể thích ứng theo nhiều môi trường truyền dẫn của hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - eNodeB) giúp tối ưu và tăng hiệu năng xử lý hệ thống.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong các hệ thống viễn thông nói chung và hệ thống eNodeB nói riêng, việc điều khiển công suất thiết bị tuyến thu có vai trò quan trọng và ảnh hưởng trực tiếp tới chất lượng và thông lượng của toàn hệ thống mạng. Hơn nữa, hệ thống tiến hóa dài hạn (Long term evolution - LTE) sử dụng phổ tần rộng trong một tế bào mạng (cell) nên rất dễ bị ảnh hưởng bởi sự can nhiễu giữa các thành phần trong tế bào mạng và các tế bào mạng lân cận nhau. Hiện nay, tất cả các thiết bị trong mạng lưới đều chỉ được khởi tạo công suất ban đầu giống nhau với các loại địa hình, môi trường khác nhau, việc này dẫn tới khả năng điều khiển không thể đáp ứng kịp. Đồng thời, nhiễu trong tế bào mạng sẽ lớn do các thiết bị đều phát công suất lớn hoặc chất lượng tín hiệu thu kém làm ảnh hưởng tới kết quả giải mã tín hiệu tuyến thu. Như vậy, việc điều khiển thích ứng và giảm nhiễu trong tế bào mạng đóng vai trò quan trọng trong chất lượng và hiệu năng hệ thống.

Hiện nay, có một số giải pháp của các hãng sản xuất thiết bị như NOKIA, ERICSON, HUAWEI cũng sử dụng phương pháp điều khiển công suất dựa trên báo cáo chất lượng của tuyến thu. Phương pháp này được mô tả như sau: thiết lập một tham số khởi tạo duy nhất cho phần điều khiển không khép kín (Open-loop) giá trị P0 và alpha, từ giá trị này kết hợp với giá trị ước lượng suy hao đường truyền do thiết bị người dùng (User Equipment- UE) báo cáo lên eNodeB qua chỉ số tổn hao đường truyền (Path Loss - PL), từ đó sẽ tính toán sơ bộ được công suất còn lại mà UE này có thể phát được để tăng giảm công suất theo từng chu kỳ dữ liệu. Sau đó phần điều khiển công suất sẽ chuyển sang điều khiển khép kín (Close-loop) theo chuẩn của Dự án đối tác thế hệ 3 (3rd Generation Partnership Project - 3GPP).

Gần đây, NOKIA bổ sung thêm phương pháp đo đặc tổng công suất thu của dữ liệu thông qua chỉ số cường độ tín hiệu thu (Received Signal Strength Indication- RSSI) để tăng độ tin cậy khi điều khiển dữ liệu của từng UE cho phần điều khiển khép kín (Close-loop), giảm bớt sai số khi tăng hoặc giảm công suất dự kiến với công suất thực tế.

Tuy nhiên, các giải pháp nêu trên có một số nhược điểm sau:

- Các giải pháp nêu trên đều gặp vấn đề khởi tạo công suất ban đầu giống nhau với các loại địa hình, môi trường khác nhau, việc này dẫn tới khả năng điều khiển

không thể đáp ứng kịp thời. Mặc dù có sự bù đắp của điều khiển khép kín (Close-loop), nhưng cũng không thể đạt được trạng thái cân bằng công suất cũng như tối ưu cho từng loại môi trường triển khai mạng.

- Ngoài ra, việc cấp phát khởi tạo đồng thời sẽ gây ra hiệu ứng nhiễu trong tế bào mạng (cell) lớn do các thiết bị đều phát công suất lớn hoặc chất lượng tín hiệu thu kém làm ảnh hưởng tới kết quả giải mã tín hiệu tuyến thu, do quá trình khởi tạo bắt đầu không thể có được sự can thiệp điều chỉnh khép kín theo chuẩn đề xuất của của 3GPP.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là tạo ra một phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất mới có khả năng thích ứng theo từng loại môi trường truyền dẫn, giải quyết vấn đề can nhiễu của các thiết bị người dùng trong mạng lưới và đảm bảo chất lượng tín hiệu thu tốt cho phân giải mã tín hiệu.

Để đạt được mục đích nêu trên, sáng chế đề xuất phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu thích ứng theo môi trường truyền dẫn trong hệ thống eNodeB LTE bao gồm:

- a) thiết lập tham số khởi tạo và thu thập dữ liệu đầu vào hệ thống bao gồm các bước sau:
 - ai) khởi tạo thiết lập hệ thống với số lượng ăng-ten đầu vào và băng thông tương ứng,
 - aii) thiết lập tham số khởi tạo cho giá trị điều khiển công suất không khép kín (Open-Loop) P_0 và α ; trong đó P_0 là công suất tuyệt đối khởi tạo ban đầu cho kênh truyền dữ liệu người dùng tuyến lên (Physical Uplink Shared Channel - PUSCH), α là giá trị tỷ lệ tương đối công suất của thiết bị người dùng (User Equipment - UE) với vị trí hiện tại khi truy cập,
 - aiii) đo và thống kê bộ tham số đầu vào bao gồm: tỷ số tín hiệu trên tạp âm nhiễu (Signal per Interference and Noise Ratio - SINR), chỉ số cường độ tín hiệu thu (Received Signal Strength Indication - RSSI), vị trí tương đối của thiết bị định thời trước (Timing Advance - TA) và chỉ số nhiễu cộng tạp âm (Noise plus Interference - NI) theo chu kỳ N mẫu thông qua phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực,
- b) chuẩn hóa, đánh giá dữ liệu và phân hóa môi trường đặc trưng bao gồm các bước sau:
 - bi) tính toán giá trị SINR thực trung bình của N mẫu đã thu thập được ở bước aiii) theo công thức sau:

$$SINR_{mẫu_i} = (P_0 + \alpha * PL + \delta_{pusch} + f_i) * 2 - NI + 153$$

trong đó:

- $SINR_{mẫu_i}$ là giá trị SINR thực trung bình của mẫu thứ i;
- δ_{pusch} là hệ số kênh dữ liệu người dùng tuyến lên, giá trị gán bằng 0;
- f_i là chỉ số cập nhật bù của mẫu thứ i, giá trị gán bằng 0;

- NI là chỉ số nhiễu cộng tạp âm đã quy chuẩn;
- PL là chỉ số tổn hao đường truyền;
- P0 và alpha đã được mô tả ở trên;

bii) chuẩn hóa dữ liệu thu thập được theo bộ tham số đầu vào;

biii) so sánh giá trị sau chuẩn hóa ở bước bii) với giá trị thiết lập môi trường để phân tách ra từng loại môi trường đặc trưng bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá tỷ lệ phần trăm so với N mẫu đầu vào, trong đó:

- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị RSSI < 40% ký hiệu thì cờ báo kiểm tra trạng thái RSSI bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 1;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị NI > 10% ký hiệu thì cờ báo kiểm tra trạng thái NI bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 2;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị TA > 10% ký hiệu thì cờ báo trạng thái TA bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 3;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị SINR > 15% và giải mã sai dữ liệu (Ratio_SINR_low_fail > 15%) thì cờ báo SINR bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 4;

c) tính toán, hiệu chỉnh và ứng dụng điều khiển thích ứng môi trường theo thời gian bao gồm các bước sau:

ci) thực hiện ánh xạ môi trường đã xác định ở bước biii) với bảng tham chiếu giá trị tham chiếu chất lượng của tín hiệu theo từng loại điều chế dữ liệu,

cii) tính toán giá trị chênh lệch delta_sinr giữa các SINR thu được ở bước ci) và bước bi),

ciii) so sánh giá trị tính toán được ở bước cii) với tỷ lệ chia mẫu lập theo bảng thông theo công thức sau:

$$t_rep = \left\lfloor \frac{10 * (\log_{10} nRB)}{t_sam} \right\rfloor$$

trong đó:

- t_rep là chỉ số lọc quyết định chênh lệch với chuẩn tối đa cho từng băng thông;
- t_sam là hệ số tỷ lệ tương thích tương ứng từng băng thông; và
- nRB là số lượng tài nguyên vật lý tối đa tương ứng từng băng thông;

civ) quyết định cuối cùng sẽ thực hiện theo nguyên tắc sau:

- nếu giá trị delta_sinr tính được ở bước cii) lớn hơn giá trị t_rep tính được ở bước ciii) thì thực hiện cập nhật giá trị và quyết định điều chỉnh hệ số P0

và alpha bằng cách lập bộ tham số P0 và alpha cho tới khi nào đạt được trạng thái giá trị delta_snr nhỏ hơn giá trị của t_rep;

- trong trường hợp không đạt được trạng thái này sẽ sử dụng lựa chọn ngoại lệ thỏa mãn điều kiện giá trị SINR tính được ở bước bi) nằm trong khoảng từ 128 tới 135 thì thực hiện lưu trữ giá trị hiện tại của P0 và alpha, nếu nằm ngoài khoảng này thì tăng giá trị P0 lên 2 đơn vị; và
- nếu giá trị delta_snr tính được ở bước cii) nhỏ hơn giá trị t_rep tính được ở bước ciii) thì tiến hành cập nhật giá trị hiện tại của P0 và alpha.

Theo phương pháp của sáng chế, việc thu thập và chuẩn hóa, đánh giá dữ liệu và phân hóa môi trường đặc trưng và phân so sánh quyết định cách cập nhật giá trị P0 và alpha chính là điểm mấu chốt để hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu thích ứng theo môi trường truyền dẫn eNodeB.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích, khía cạnh, dấu hiệu và ưu điểm của sáng chế nêu trên sẽ trở nên rõ ràng và được hiểu dễ dàng hơn bằng cách tham khảo phần mô tả sau đây có kết hợp với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Hình 1 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả tổng quan thiết lập một hệ thống đồng bộ thiết bị người dùng UE với hệ thống khối xử lý băng gốc (Baseband Unit - BBU)/khối vô tuyến từ xa (Remote Radio Unit - RRU) áp dụng phương pháp của sáng chế.

Hình 2 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả luồng dữ liệu xử lý giữa bộ xử lý lớp vật lý với phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực.

Hình 3 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả các thành phần chính của phần mềm thu thập - tính toán thời gian thực.

Hình 4 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật và luồng xử lý của phương pháp hiệu chỉnh đáp ứng theo môi trường.

Hình 5 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật chuẩn hóa dữ liệu nhiễu cộng tạp âm (Noise plus Interference – NI) và phương pháp tính toán phân hóa dữ liệu cho NI.

Hình 6 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật chuẩn hóa dữ liệu chỉ số cường độ tín hiệu thu (Received Signal Strength Indication – RSSI) và phương pháp tính toán phân hóa dữ liệu cho RSSI.

Hình 7 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật chuẩn hóa dữ liệu vị trí tương đối của thiết bị định thời trước (Timing Advance – TA) và phương pháp tính toán phân hóa dữ liệu cho TA.

Hình 8 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật chuẩn hóa dữ liệu tỷ số chất lượng tín hiệu trên tạp âm nhiễu SINR (Signal per Interference and Noise Ratio – SINR) và phương pháp tính toán phân hóa dữ liệu cho SINR.

Hình 9 là hình vẽ dạng sơ đồ luồng dữ liệu xử lý giao tiếp giữa phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực, thiết bị người dùng UE, CTC/BBC và RRU.

Hình 10 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật quyết định môi trường đặc trưng và bảng tham chiếu theo từng môi trường.

Hình 11 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật tính toán giá trị từng mẫu SINR trước khi đưa vào tham chiếu.

Hình 12 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật đánh giá và quyết định cập nhật giá trị P0 và alpha cho hệ thống hiệu chỉnh theo môi trường.

Hình 13 là hình vẽ dạng sơ đồ khối mô tả giải thuật cập nhật giá trị P0 và alpha cho trường hợp ngoại lệ.

Hình 14 là hình vẽ mô tả cách thiết lập hệ thống và áp dụng sáng chế tại phòng lab thử nghiệm eNodeB của VIETTEL.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong hệ thống tối ưu hệ thống eNodeB, việc điều khiển công suất tuyến thu có vai trò quan trọng, để thực hiện được việc điều khiển tối ưu cần khắc phục được các nhược điểm của phương pháp điều khiển công suất hiện tại và có khả năng hiệu chỉnh đáp ứng được theo từng loại môi trường truyền dẫn.

Hình 1 biểu diễn tổng quan một hệ thống đầy đủ đáp ứng được yêu cầu thực hiện phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu thích ứng theo môi trường truyền dẫn trong hệ thống eNodeB. Trong hệ thống này, khối xử lý băng gốc (Baseband Unit - BBU) bao gồm 3 khối mạch xử lý băng gốc (Baseband Card - BBC) được kết nối với khối vô tuyến từ xa (RRU) thông qua chuẩn giao diện truyền sóng dùng chung (Common Public Radio Interface – CPRI), và 1 khối mạch điều khiển giao vận (Control Transport Card - CTC) cung cấp xung nhịp (clock) đồng bộ lấy từ nguồn vệ tinh định vị toàn cầu (Global Position Satellite - GPS) hoặc nguồn đồng bộ 1588. Ngoài ra, một số thông tin cấu hình khởi tạo ban đầu của hệ thống cũng được cập nhật từ CTC sang BBC. Trong mô hình này, thiết bị người dùng (User Equipment - UE) sẽ thực hiện trao đổi môi trường vô tuyến tín hiệu cao tần cho từng ăng-ten của khối RRU. Dữ liệu sau khi đi qua khối RRU sẽ được hạ tần số và chuyển đổi tương tự sang số, dữ liệu dạng số thu được sẽ được gửi về khối BBC qua giao thức CPRI. Phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực sẽ làm nhiệm vụ thống kê dữ liệu giải mã ước lượng kênh truyền theo từng phiên truyền bản tin giữa bộ điều khiển lớp vật lý với bộ xử lý lớp điều khiển truy cập môi trường (Medium Access Control - MAC) với UE. Sau đó, các thông tin thu thập

được trong bộ phần mềm này sẽ phân tích môi trường trao đổi giữa nhóm UE và eNodeB, từ đó áp dụng phương pháp hiệu chỉnh phù hợp với từng nhóm môi trường trong điều khiển công suất tuyến thu. Nhờ đó làm tăng khả năng giải mã thành công, giảm bớt nhiễu giữa các thiết bị trong vùng phủ sóng của eNodeB, giúp tiết kiệm công suất của UE và giảm tiêu hao năng lượng trong quá trình sử dụng. Đồng thời, khắc phục nhược điểm chỉ sử dụng một giá trị khởi tạo ban đầu về công suất cho tất cả các môi trường làm việc sau đó tiến hành điều khiển khép kín theo chu kì với bước nhảy tối đa mỗi lần tăng hoặc giảm công suất của UE là 3 dB dẫn tới mức độ đáp ứng thấp.

Hình 2 mô tả chi tiết hoạt động của khối xử lý băng gốc trên BBC bao gồm bộ xử lý lớp vật lý và bộ xử lý lớp MAC kết hợp với phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực. Các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Thực hiện trao đổi dữ liệu giữa UE và eNodeB sau khi hạ tần và chuyển đổi về dạng số qua khối CPRI.
- Bước 2: 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 giao tiếp giữa các trình (Inter-process Communication - IPC) vào vùng nhớ truy cập chung.
- Bước 3: 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.
- Bước 4: Thực hiện tiếp nhận dữ liệu sau giải mã và truy cập bởi phần mềm thu thập-tính toán thời gian thực.
- Bước 5: Thực hiện phương pháp chuẩn hóa, đánh giá và phân lập môi trường truyền trên phần mềm này.
- Bước 6: Gửi các kết quả cập nhật cuối cùng cho phần cấu hình điều khiển như thực hiện chi tiết ở hình 12 và hình 13.

Hình 9 là sơ đồ luồng mô tả chi tiết trình tự xử lý giao tiếp của máy điều khiển – tính toán thông lượng, máy phát tín hiệu, CTC/BBC và RRU trong toàn bộ quá trình thực hiện khép kín thời gian thực của sáng chế. Thứ tự luồng xử lý được đánh số tương ứng như một ví dụ cách thức thực hiện của sáng chế.

Hình 3 và Hình 4 mô tả chi tiết khối xử lý chính và hoạt động của phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực và sử dụng kết quả đó để đưa ra hiệu chỉnh và điều khiển phù hợp với từng môi trường riêng biệt, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo giá trị điều khiển công suất ban đầu P_0 và alpha cho hệ thống
- Bước 2: Thực hiện đo đặc thống kê N mẫu thông qua phần mềm thu thập - tính toán thời gian thực. Thông tin bao gồm các khối như sau:
 - o Bộ thống kê giá trị và phân bố NI: thống kê về giá trị và phân bố của nhiễu và tạp âm.

- Bộ thống kê giá trị và phân bố RSSI: thống kê về giá trị và phân bố của chỉ số cường độ tín hiệu thu.
 - Bộ thống kê giá trị đánh giá tỷ lệ truyền thất bại do chất lượng tín hiệu kém: thống kê về giá trị và phân bố SINR với điều kiện giải mã thất bại.
 - Bộ thống kê giá trị và đánh giá tỷ lệ truyền dẫn có sự thay đổi vị trí của người dùng dữ liệu: thống kê về giá trị và phân bố TA.
- Bước 3: Chuẩn hóa dữ liệu và phân hóa loại môi trường đặc trưng. Tổng hợp đánh giá chuẩn hóa dữ liệu và quyết định loại môi trường đặc trưng
- Phân hóa môi trường 1 với điểm giá trị SINR tham chiếu 1.
 - Phân hóa môi trường 2 với điểm giá trị SINR tham chiếu 2.
 - Phân hóa môi trường 3 với điểm giá trị SINR tham chiếu 3.
 - Phân hóa môi trường 4 với điểm giá trị SINR tham chiếu 4.
 - Tổng hợp và đưa ra SINR mục tiêu (SINR target) với môi trường tương ứng.
- Bước 4: Tính toán giá trị SINR thực trung bình của N mẫu.
- Bước 5: Tính toán giá trị SINR tham chiếu tương ứng môi trường đặc trưng.
- Bước 6: Tìm chỉ số chênh lệch giữa SINR thực và SINR tham chiếu.
- Bước 7: Thực hiện quét toàn bộ giá trị P0 và alpha hợp lệ.
- Bước 8: Quyết định giá trị P0 và alpha tương ứng điều kiện hiệu chỉnh.
- Bước 9: Cập nhật lại giá trị P0 và alpha cho hệ thống.

Hình 5 mô tả chi tiết giải thuật thu thập chuẩn hóa và đánh giá giá trị NI của hệ thống eNodeB, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo giá trị vòng lặp $i=0$, biến đếm $count = 0$ cùng với số lượng mẫu là N cho trước.
- Bước 2: Lưu trữ giá trị NI của N mẫu thông qua phần bản tin lưu trữ thông tin NI của bộ thống kê giá trị và phân bố NI, bộ thu thập giá trị NI đơn vị dBm ký hiệu (NI_dBm).
- Bước 3: Thực hiện chuẩn hóa dữ liệu theo đơn vị thuật toán theo công thức sau

$$NI = (NI_dBm + 136) * 2$$

- Bước 4: Thực hiện lặp chỉ số từ i tới N,
 - Trường hợp $i < N$ là đúng thì tiếp tục kiểm tra điều kiện
 - Nếu giá trị NI > 55 là đúng :

- Thì tăng biến đếm count lên 1 đơn vị sau đó thực hiện tăng biến i lên 1 đơn vị
- Nếu giá trị $NI > 55$ là sai :
 - Thì thực hiện tăng biến đếm i lên 1 đơn vị.
 - Chu trình lặp trong trường hợp vẫn thỏa mã điều kiện $i < N$.
- Trường hợp $i < N$ là sai
 - Thì kết thúc quá trình lặp, chuyển sang quy đổi tỷ lệ theo phương pháp phần trăm mẫu, trong đó số lượng mẫu đếm được $NI > 55$ là giá trị count và N mẫu khảo sát. Công thức quy đổi như sau:

$$Ratio_NI_high = \frac{(Count * 100)}{N}$$

- trong đó $Ratio_NI_high$ biểu diễn cho tỷ lệ NI cao với giá trị lớn hơn 55.
- Bước 5: Lưu trữ giá trị tính toán $Ratio_NI_high$ ở trên và tiến hành kiểm tra
 - Trường hợp $Ratio_NI_high > 10\%$ là đúng :
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra NI bằng 1.
 - Trường hợp $Ratio_NI_high > 10\%$ là sai :
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra NI bằng 0.
 - Lưu trữ trạng thái này vào bộ nhớ tạm để phục vụ phân hóa môi trường thể hiện chi tiết ở Hình 10. Sau đó kết thúc chương trình.

Hình 6 mô tả chi tiết giải thuật thu thập chuẩn hóa và đánh giá giá trị RSSI của hệ thống eNodeB, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo giá trị vòng lặp $i=0$, biến đếm count =0 cùng với số lượng mẫu là N cho trước.
- Bước 2: Lưu trữ giá trị RSSI của N mẫu thông qua phần bản tin lưu trữ thông tin RSSI của bộ thống kê giá trị và phân bố RSSI, bộ thu thập giá trị RSSI đơn vị dBm ký hiệu ($RSSI_dBm$).
- Bước 3: Thực hiện chuẩn hóa dữ liệu theo đơn vị thuật toán theo công thức sau:

$$RSSI = (RSSI_dBm + 136) * 2$$

- Bước 4: Thực hiện lặp chỉ số từ i tới N ,
 - Trường hợp $i < N$ là đúng thì tiếp tục kiểm tra điều kiện
 - Nếu giá trị $RSSI < 45$ là đúng :

- Thì tăng biến đếm count lên 1 đơn vị sau đó thực hiện tăng biến i lên 1 đơn vị
- Nếu giá trị RSSI < 45 là sai :
 - Thì thực hiện tăng biến đếm i lên 1 đơn vị.
 - Chu trình lặp trong trường hợp vẫn thỏa mã điều kiện $i < N$.
- Trường hợp $i < N$ là sai
 - Thì kết thúc quá trình lặp, chuyển sang quy đổi tỷ lệ theo phương pháp phần trăm mẫu, trong đó số lượng mẫu đếm được RSSI < 45 là giá trị count và N mẫu khảo sát. Công thức quy đổi như sau:

$$Ratio_RSSI_low = \frac{(Count * 100)}{N}$$

- trong đó Ratio_RSSI_low biểu diễn cho tỷ lệ RSSI thấp với giá trị nhỏ hơn 45.
- Bước 5: Lưu trữ giá trị tính toán Ratio_RSSI_low ở trên và tiến hành kiểm tra
- Trường hợp Ratio_RSSI_low < 40% là đúng:
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra RSSI bằng 1.
 - Trường hợp Ratio_RSSI_low > 40% là sai :
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra RSSI bằng 0.
 - Lưu trữ trạng thái này vào bộ nhớ tạm để phục vụ phân hóa môi trường thể hiện chi tiết ở Hình 10. Sau đó kết thúc chương trình.

Hình 7 mô tả chi tiết giải thuật thu thập chuẩn hóa và đánh giá giá trị TA của hệ thống eNodeB, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo giá trị vòng lặp $i = 0$, biến đếm count = 0 cùng với số lượng mẫu là N cho trước.
- Bước 2: Lưu trữ giá trị TA của N mẫu thông qua phần bản tin lưu trữ thông tin TA của bộ thống kê giá trị và đánh giá tỷ lệ truyền dẫn có sự thay đổi vị trí của người dùng dữ liệu,
- Bước 3: Thực hiện chuẩn hóa dữ liệu theo đơn vị thuật toán cho TA.
- Bước 4: Thực hiện lặp chỉ số từ i tới N ,
 - Trường hợp $i < N$ là đúng thì tiếp tục kiểm tra điều kiện
 - Nếu giá trị $(TA < 28)$ hoặc $(TA > 33)$ là đúng :

- Thì tăng biến đếm count lên 1 đơn vị sau đó thực hiện tăng biến i lên 1 đơn vị
- Nếu giá trị $(TA < 28)$ hoặc $(TA > 33)$ là sai :
 - Thì thực hiện tăng biến đếm i lên 1 đơn vị.
 - Chu trình lặp trong trường hợp vẫn thỏa mã điều kiện $i < N$.
- Trường hợp $i < N$ là sai:
 - Thì kết thúc quá trình lặp, chuyển sang quy đổi tỷ lệ theo phương pháp phần trăm mẫu, trong đó số lượng mẫu đếm được TA thỏa mãn điều kiện nói trên là giá trị count và N mẫu khảo sát. Công thức quy đổi như sau:

$$Ratio_TA_moving = \frac{(Count * 100)}{N}$$

- trong đó $Ratio_TA_moving$ biểu diễn cho tỷ lệ TA có giá trị nằm ngoài khoảng từ 28 tới 33.
- Bước 5: Lưu trữ giá trị tính toán $Ratio_TA_moving$ ở trên và tiến hành kiểm tra
- Trường hợp $Ratio_TA_moving > 10\%$ là đúng:
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra TA bằng 1.
 - Trường hợp $Ratio_TA_moving > 10\%$ là sai :
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra TA bằng 0.
 - Lưu trữ trạng thái này vào bộ nhớ tạm để phục vụ phân hóa môi trường thể hiện chi tiết ở Hình 10. Sau đó kết thúc chương trình.

Hình 8 mô tả chi tiết giải thuật thu thập chuẩn hóa và đánh giá giá trị SINR của hệ thống eNodeB, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo giá trị vòng lặp $i=0$, biến đếm count =0 cùng với số lượng mẫu là N cho trước.
- Bước 2: Lưu trữ giá trị SINR của N mẫu thông qua phần bản tin lưu trữ thông tin SINR của bộ thống kê giá trị đánh giá tỷ lệ truyền thất bại do chất lượng tín hiệu kém, bộ thu thập giá trị SINR đơn vị dB ($SINR_dB$).
- Bước 3: Thực hiện chuẩn hóa dữ liệu theo đơn vị thuật toán cho SINR theo công thức sau:

$$SINR = (SINR_dB + 128) * 2$$

- Bước 4: Thực hiện lặp chỉ số từ i tới N ,
 - Trường hợp $i < N$ là đúng thì tiếp tục kiểm tra điều kiện

- Nếu giá trị SINR < 118 và kết quả giải mã gói tin bị sai là đúng:
 - Thì tăng biến đếm count lên 1 đơn vị sau đó thực hiện tăng biến i lên 1 đơn vị.
- Nếu giá trị SINR < 118 và kết quả giải mã gói tin bị sai là sai:
 - Thì thực hiện tăng biến đếm i lên 1 đơn vị.
 - Chu trình lặp trong trường hợp vẫn thỏa mã điều kiện $i < N$.

➤ Trường hợp $i < N$ là sai

- Thì kết thúc quá trình lặp, chuyển sang quy đổi tỷ lệ theo phương pháp phần trăm mẫu, trong đó số lượng mẫu đếm được SINR thỏa mã điều kiện nói trên là giá trị count và N mẫu khảo sát. Công thức quy đổi như sau:

$$\text{Ratio_SINR_low_fail} = \frac{(\text{Count} * 100)}{N}$$

- trong đó Ratio_SINR_low_fail biểu diễn cho tỷ lệ SINR có giá trị thấp hơn 118 và giải mã thông tin bị sai.

- Bước 5: Lưu trữ giá trị tính toán Ratio_SINR_low_fail ở trên và tiến hành kiểm tra

- Trường hợp Ratio_SINR_low_fail > 15% là đúng:
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra SINR bằng 1.
- Trường hợp Ratio_SINR_low_fail > 15% là sai:
 - Thì tiến hành cập nhật trạng thái chờ kiểm tra SINR bằng 0.
- Lưu trữ trạng thái này vào bộ nhớ tạm để phục vụ phân hóa môi trường thể hiện chi tiết ở Hình 10. Sau đó kết thúc chương trình.

Hình 10 là mô tả chi tiết luồng xử lý phân hóa môi trường sau khi tổng hợp như mô tả ở Hình 3 và chi tiết ở các Hình 5, 6, 7, 8. Các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Khởi tạo tổng hợp đánh giá môi trường, lựa chọn 1 trạng thái môi trường đặc trưng duy nhất.

- Bước 2: Kiểm tra điều kiện quét:

- Trường hợp chờ kiểm tra RSSI bằng 1 là đúng:
 - Thì cập nhật mức phân hóa định dạng môi trường đặc trưng loại 1.
 - Tiến hành cập nhật bảng tham chiếu 1 cho giá trị SINR tham chiếu theo mảng sau:

[120 122 124 126 128 129 131 133 135 137 138 141 142 144 146 148 149
151 155 156 161 155 156 159 161 162 165 165 173];

- trong đó mỗi giá trị ứng với lần lượt mức điều chế MCS (Modulation and Coding Scheme) từ 0 tới 28.
 - Trường hợp cờ kiểm tra NI bằng 1 là đúng:
 - Thì cập nhật mức phân hóa định dạng môi trường đặc trưng loại 2.
 - Tiến hành cập nhật bảng tham chiếu 2 cho giá trị SINR tham chiếu theo mảng sau:

[121 123 126 127 130 131 132 133 134 137 138 141 142 144 146 147 151
153 157 161 162 160 162 164 165 166 168 169 174];
 - trong đó mỗi giá trị ứng với lần lượt mức điều chế MCS từ 0 tới 28.
 - Trường hợp cờ kiểm tra TA bằng 1 là đúng:
 - Thì cập nhật mức phân hóa định dạng môi trường đặc trưng loại 3.
 - Tiến hành cập nhật bảng tham chiếu 3 cho giá trị SINR tham chiếu theo mảng sau:

[120 121 122 123 127 128 130 131 131 135 137 138 142 144 144 145 148
148 150 151 155 158 160 162 165 165 168 168 172];
 - trong đó mỗi giá trị ứng với lần lượt mức điều chế MCS từ 0 tới 28.
 - Trường hợp cờ kiểm tra SINR bằng 1 là đúng:
 - Thì cập nhật mức phân hóa định dạng môi trường đặc trưng loại 4.
 - Tiến hành Cập nhật bảng tham chiếu 4 cho giá trị SINR tham chiếu theo mảng sau:

[126 128 130 132 134 135 136 138 140 141 144 145 146 148 151 153 156
158 163 165 168 163 165 168 171 174 177 181 189];
 - trong đó mỗi giá trị ứng với lần lượt mức điều chế MCS từ 0 tới 28.
- Bước 3: Lựa chọn trường hợp ngoại lệ mô tả chi tiết giải thuật trong Hình 13 cụ thể như sau:
- Thực hiện đánh giá SINR_mẫu đã lấy ra từ Hình 12 và Hình 11.
 - Trường hợp điều kiện $128 < \text{SINR_mẫu} < 135$ là đúng:
 - Thì tiến hành lưu trữ giá trị P0 và alpha hiện tại sau đó kết thúc chương trình.
 - Trường hợp điều kiện $128 < \text{SINR_mẫu} < 135$ là sai
 - Thì thực hiện cập nhật lại giá trị P0 theo công thức:

$$P0 = P0 + 2$$

- Sau đó kết thúc chương trình.

- Bước 4: Cập nhật bảng tham chiếu đầu ra cho hệ thống.

Hình 12 là Hình chi tiết mô tả được giải thuật định lượng và ánh xạ từ môi trường đã phân hóa là kết quả chi tiết ở Hình 3 và Hình 4, đồng thời chỉ ra phương pháp xử lý và hiệu chỉnh thích hợp, các bước thực hiện như sau:

- Bước 1: Tính toán giá trị SINR_mẫu lấy kết quả chi tiết từ Hình 11. Phương pháp tính toán được mô tả chi tiết như sau:

- Khởi tạo giá trị PL quét nằm trong khoảng từ 60 tới 150, giá trị $\text{delta_pusch} = 0$, $f_i = 0$, $N = 10$, biến đếm $i = 0$,
- Khởi tạo giá trị $P0 = -80$; giá trị $\text{alpha} = 0,8$; giá trị $NI = 35$.
- Thực hiện lặp trong điều kiện $i < N$, nếu đúng thực hiện tính toán theo công thức

$$\text{SINR_mẫu}_i = (P0 + \text{alpha} * PL + \text{delta_pusch} + f_i) * 2 - NI + 153$$

Trong đó:

- SINR_mẫu_i là giá trị SINR thực trung bình của mẫu thứ i,
- delta_pusch là hệ số kênh dữ liệu người dùng tuyến lên, giá trị gán bằng 0,
- f_i là chỉ số cập nhật bù của mẫu thứ i, giá trị gán bằng 0,
- NI là chỉ số nhiễu và tạp âm đã quy chuẩn,
- P0 và alpha đã được mô tả ở trên.

- Tăng biến đếm lên 1 đơn vị

- Trường hợp điều kiện $i < N$ sai thì kết thúc chương trình.
- Đồng thời lấy được SINR target với môi trường tương ứng được mô tả chi tiết ở Hình 10.

- Bước 2: thực hiện tính toán giá trị delta_snr theo công thức:

$$\text{delta_snr} = |\text{SINR_target} - \text{SINR_mẫu}|$$

- Ánh xạ bảng thông vào tỷ lệ chia mẫu lặp t_{rep} đã mô tả chi tiết ở Hình 3 với bảng tham chiếu giá trị tham chiếu chất lượng của tín hiệu theo từng loại điều chế dữ liệu,
- Thực hiện so sánh với giá trị tính toán được so sánh với tỷ lệ chia mẫu lặp theo bảng thông với công thức:

$$t_{rep} = \left\lfloor \frac{10 * (\log_{10} nRB)}{t_{sam}} \right\rfloor$$

trong đó:

- t_{rep} là chỉ số lọc quyết định chênh lệch với chuẩn tối đa cho từng băng thông,
- t_{sam} là hệ số tỷ lệ tương thích tương ứng từng băng thông,
- nRB là số lượng tài nguyên vật lý tối đa tương ứng từng băng thông.

chi tiết giá trị của t_{sam} và nRB theo băng thông như bảng dưới đây:

Băng thông 20 MHz	Băng thông 15 MHz	Băng thông 10 MHz	Băng thông 5 MHz	Băng thông 3 MHz	Băng thông 1,4 MHz
$t_{sam} = 6$	$t_{sam} = 6$	$t_{sam} = 5$	$t_{sam} = 4$	$t_{sam} = 3$	$t_{sam} = 2$
$nRB = 100$	$nRB = 75$	$nRB = 50$	$nRB = 25$	$nRB = 15$	$nRB = 6$

Bước 3: Thực hiện kiểm tra điều kiện

- Trong trường hợp điều kiện $i < N$ là đúng:
 - Thì thực hiện kiểm tra điều kiện trường hợp $\Delta_{sinr} > t_{rep}$ là đúng:
 - Thì thực hiện cập nhật giá trị và quyết định điều chỉnh hệ số P_0 và α
 - Tăng giá trị biến đếm lên 1 đơn vị
 - Thực hiện lặp bộ tham số P_0 và α cho tới khi nào đạt được trạng thái giá trị Δ_{sinr} nhỏ hơn giá trị của t_{rep} ,
 - Trường hợp $\Delta_{sinr} > t_{rep}$ là sai
 - Thì tiến hành lưu trữ lại giá trị P_0 và α hiện tại và kết thúc chương trình
- Nếu trường hợp $i < N$ là sai
 - Thì tiến hành thực hiện lựa chọn trường hợp ngoại lệ với giải thuật mô tả chi tiết Hình 13.

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 lab và triển khai ở ngoài thực tế.

Hình 14 thể hiện hệ thống được cài đặt thực tế tại phòng thí nghiệm điện tử thuộc dự án eNodeB, 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 CTC/BBC trong đó cài đặt phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực do tác giả sử dụng ngôn ngữ C/Python thực hiện trong môi trường Linux; sau đó áp dụng bộ tham số thiết lập hệ thống được nêu trong Bảng 1; CTC/BBC kết nối với RRU hệ ăng-ten 2 thu 2 phát thông

qua giao diện CPRI; Thiết lập điện thoại Iphone là thiết bị người dùng; dữ liệu UE trao đổi với RRU được chuyển đổi dữ liệu số sang CTC/BBC, sau đó phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực sẽ thu thập dữ liệu đầu vào và chuẩn hóa dữ liệu bằng giải thuật được mô tả chi tiết trong các hình vẽ nêu trên, kết quả đầu ra có khả năng phân hóa từng loại môi trường và hiệu chỉnh tương thích với từng môi trường. Cuối cùng thực hiện các điều khiển hiệu chỉnh giá trị điều khiển công suất từ phù hợp với môi trường thử nghiệm có giá trị $P0_PUSCH = -101$ và $\alpha = 1,0$; tiếp tục ra lệnh từ CTC về BBC. Kết quả sau khi hiệu chỉnh tối ưu phản ánh thông qua các tham số chất lượng mạng đạt được như bảng 2 và chỉ số đo lường hiệu quả mạng (Key Performance Indicator - KPI) như bảng 3.

Bảng 1: Bộ tham số thiết lập hệ thống

Loại tham số	Tham số cấu hình
Tham số chung	Băng thông hệ thống: 10 MHz Giá trị hệ số tỷ lệ $t_sam = 5$ Số lượng tài nguyên vật lý nRB = 50 Số lượng ăng-ten hệ thống 2. Số hiệu của tế bào phục vụ UE: Cell_ID =0 Cờ báo nhảy tần: Hopping_mode =0 Giá trị phục vụ giải điều chế tín hiệu tham khảo: csDMRS =0 Hệ số dịch cho kênh dữ liệu: deltaShift =0 Chế độ tiên tố lặp bình thường
Tham số điều khiển không khép kín	Giá trị công suất khởi tạo kênh dữ liệu đường lên: $P0_PUSCH = -80$ Hệ số điều khiển công suất không khép kín $\alpha = 0,8$
Tham số điều khiển khép kín	Chế độ tích lũy: Accumulation = 1 Bảng ánh xạ giá trị SINR mục tiêu (target_SINR) với dải suy hao (path_loss) tương ứng (cho PUSCH) <path_loss> 0 → 90 <target_SINR>168 <path_loss> 91 → 100 <target_SINR>160 <path_loss> 101 → 110 <target_SINR>150 <path_loss> 111 → 120 <target_SINR>140 <path_loss> 121 → 130 <target_SINR>130 <path_loss> 130 → 255 <target_SINR>128 Hệ số tăng công suất theo mức lần lượt TPC_0, TPC_1, TPC_2,

TPC_3. TPC_0: -255 -> -12 TPC_1: -11->-5 TPC_2: -4 ->0 TPC_3: 1->255
--

Bảng 2: Một số tham số chất lượng mạng

Chỉ số thống kê chất lượng mạng	Theo giải pháp kỹ thuật đã biết	Theo sáng chế	Nhận xét
Phân bố tỷ lệ vùng nhiễu tạp âm lớn (NI \geq 55) tương đương \geq -108,5dBm	15,36%	7,02%	Sau khi áp dụng phương pháp sáng chế vùng nhiễu cao giảm 8,28%
Phân bố tỷ lệ giải mã sai đường lên do chất lượng tín hiệu kém	11,56%	4,84%	Sau khi áp dụng phương pháp sáng chế giảm tỷ lệ giải mã sai do chất lượng tín hiệu kém 6,72%
Phân bố tỷ lệ vùng có cường độ tín hiệu thu trung bình (RSSI \leq 45) tương đương \leq -113,5dBm	32,00%	45,24%	Sau khi áp dụng Phương pháp sáng chế, công suất phát của UE đã giảm 7,24 %
Phân bố tỷ lệ truy cập ngẫu nhiên thành công	85,37%	91,87%	Tỷ lệ truy cập ngẫu nhiên thành công tăng 6,5% sau khi áp dụng phương pháp sáng chế
Phân bố tỷ lệ lỗi khởi tuyến lên (UL BLER)	21,83%	16,5%	Tỷ lệ lỗi khởi tuyến lên giảm 5,33% sau khi áp dụng phương pháp sáng chế
Độ dự trữ công suất	11 dB	17 dB	Độ dự trữ công suất của UE đã tăng khoảng 6 dB giúp UE tiết kiệm công

			suất phát, giảm nhiều trong hệ thống
--	--	--	--------------------------------------

Bảng 3: Một số tham số chất lượng KPI của hệ thống

Thời gian	Chỉ số KPI khi áp dụng giải pháp kỹ thuật đã biết			Chỉ số KPI sau khi áp dụng phương pháp theo sáng chế		
	RASR (%)	RRC SR (%)	CSSR (%)	RASR (%)	RRC SR (%)	CSSR (%)
2/6/2018	61,12	98,41	98,19	72,83	99,54	99,14
1/6/2018	64,36	99,03	98,80	70,10	99,52	99,27

Trong đó:

- RASR : Random Access Success Rate – Tỷ lệ thành công thủ tục truy cập ngẫu nhiên
- RRC SR: Radio Resource Control Success Rate – Tỷ lệ thành công cấp phát tài nguyên điều khiển vô tuyến.
- CSSR: Call Setup Success Rate – Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi hoặc dịch vụ thành công.

Như vậy các chỉ số KPI (100% là giá trị chuẩn lớn nhất) sau khi áp dụng phương pháp của sáng chế đều tốt hơn từ 15 % tới 40 % so với trước khi áp dụng phương pháp của sáng chế.

Các lợi ích đạt được của sáng chế

Hệ thống được thiết lập theo phương pháp theo sáng chế có khả năng hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu. Đồng thời, phương pháp theo sáng chế đem lại hiệu quả tối ưu khi tương thích với từng loại môi trường truyền dẫn, khắc phục được nhược điểm biến thiên chậm với kiểu điều khiển cũ. Nâng cao chất lượng mạng nói riêng và các chỉ số KPI mạng nói chung.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp hiệu chỉnh và điều khiển công suất tuyến thu thích ứng theo môi trường truyền dẫn trong hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - eNodeB) tiến hóa dài hạn (Long term evolution - LTE), bao gồm:

a) thiết lập tham số khởi tạo và thu thập dữ liệu đầu vào của hệ thống bao gồm các bước sau:

ai) khởi tạo thiết lập hệ thống với số lượng ăng-ten đầu vào và băng thông tương ứng,

aii) thiết lập tham số khởi tạo cho giá trị điều khiển công suất không khép kín (Open-Loop) P_0 và α ; trong đó P_0 là công suất tuyệt đối khởi tạo ban đầu cho kênh truyền dữ liệu người dùng tuyến lên (Physical Uplink Shared Channel - PUSCH), α là giá trị tỷ lệ tương đối công suất của thiết bị người dùng (User Equipment - UE) với vị trí hiện tại khi truy cập,

aiii) đo và thống kê bộ tham số đầu vào bao gồm: tỷ số tín hiệu trên tạp âm nhiễu (Signal per Interference and Noise Ratio - SINR), chỉ số cường độ tín hiệu thu (Received Signal Strength Indication - RSSI), vị trí tương đối của thiết bị định thời trước (Timing Advance - TA) và chỉ số nhiễu cộng tạp âm (Noise plus Interference - NI) theo chu kỳ N mẫu thông qua phần mềm thu thập – tính toán thời gian thực,

b) chuẩn hóa, đánh giá dữ liệu và phân hóa môi trường đặc trưng bao gồm các bước sau:

bi) tính toán giá trị SINR thực trung bình của N mẫu đã thu thập được ở bước aiii) theo công thức sau:

$$SINR_{mẫu_i} = (P_0 + \alpha * PL + \delta_{pusch} + f_i) * 2 - NI + 153$$

trong đó:

- $SINR_{mẫu_i}$ là giá trị SINR thực trung bình của mẫu thứ i;
- δ_{pusch} là hệ số kênh dữ liệu người dùng tuyến lên, giá trị gán bằng 0;
- f_i là chỉ số cập nhật bù của mẫu thứ i, giá trị gán bằng 0;
- NI là chỉ số nhiễu cộng tạp âm đã quy chuẩn;
- PL là chỉ số tổn hao đường truyền;
- P_0 và α đã được mô tả ở trên;

bii) chuẩn hóa dữ liệu thu thập được theo bộ tham số đầu vào;

biii) so sánh giá trị sau chuẩn hóa ở bước bii) với giá trị thiết lập môi trường để phân tách ra từng loại môi trường đặc trưng bằng cách sử dụng phương pháp đánh giá tỷ lệ phân trăm so với N mẫu đầu vào, trong đó:

- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị RSSI < 40% ký hiệu thì cờ báo kiểm tra trạng thái RSSI bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 1;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị NI > 10% ký hiệu thì cờ báo kiểm tra trạng thái NI bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 2;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị TA > 10% ký hiệu thì cờ báo trạng thái TA bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 3;
- nếu tỷ lệ phần trăm của giá trị SINR > 15% và giải mã sai dữ liệu (Ratio_SINR_low_fail > 15%) thì cờ báo SINR bằng 1, lúc này phân hóa môi trường đặc trưng loại 4;

c) tính toán, hiệu chỉnh và ứng dụng điều khiển thích ứng môi trường theo thời gian bao gồm các bước sau:

ci) thực hiện ánh xạ môi trường đã xác định ở bước biii) với bảng tham chiếu giá trị tham chiếu chất lượng của tín hiệu theo từng loại điều chế dữ liệu,

cii) tính toán giá trị chênh lệch delta_sinr giữa các SINR thu được ở bước ci) và bước bi),

ciii) so sánh giá trị tính toán được ở bước cii) với tỷ lệ chia mẫu lặp theo bảng thông theo công thức sau:

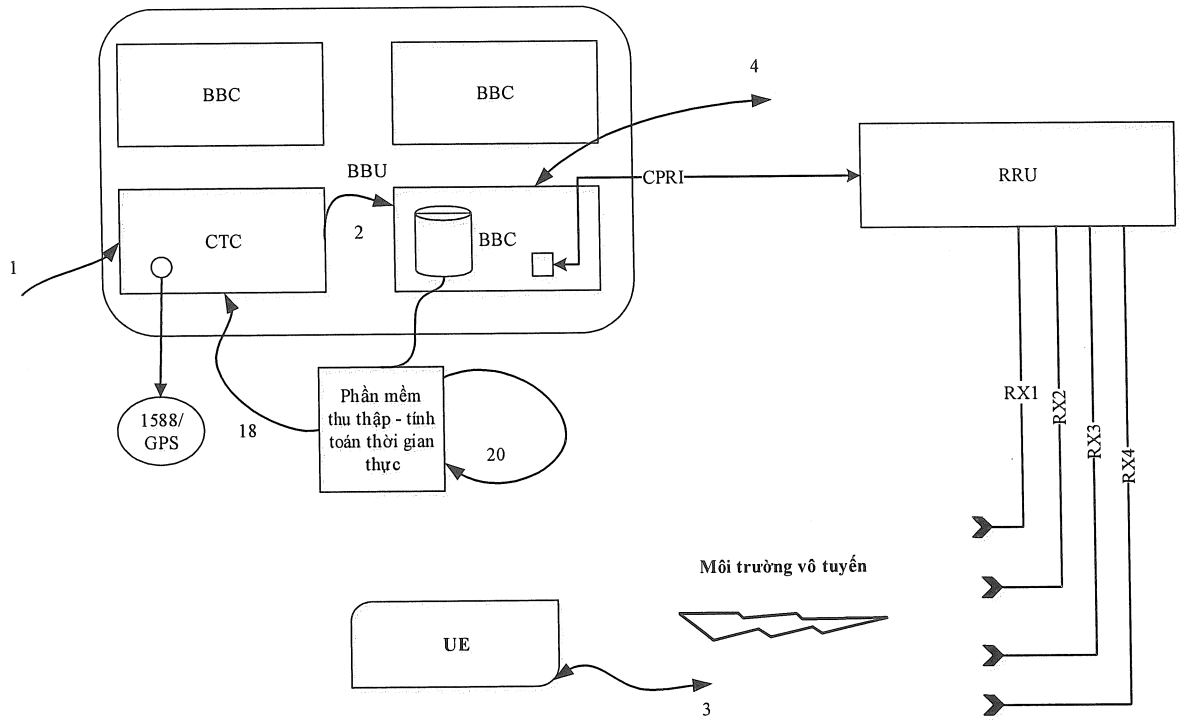
$$t_{rep} = \left\lfloor \frac{10 * (\log_{10} nRB)}{t_{sam}} \right\rfloor$$

trong đó:

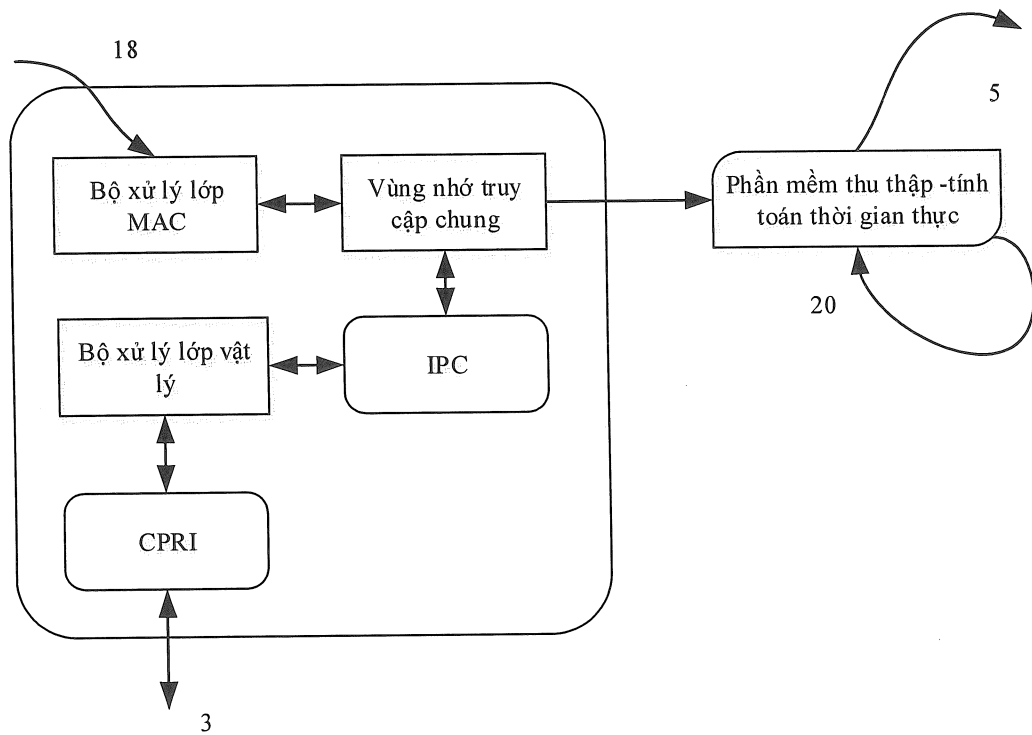
- t_rep là chỉ số lọc quyết định chênh lệch với chuẩn tối đa cho từng băng thông;
- t_sam là hệ số tỷ lệ tương thích tương ứng từng băng thông; và
- nRB là số lượng tài nguyên vật lý tối đa tương ứng từng băng thông;

civ) quyết định cuối cùng sẽ thực hiện theo nguyên tắc sau:

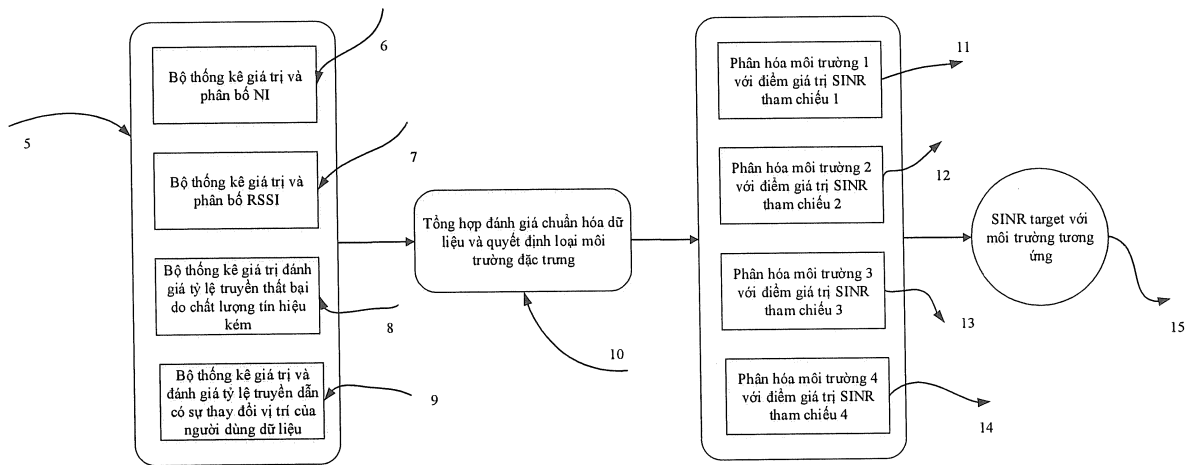
- nếu giá trị delta_sinr tính được ở bước cii) lớn hơn giá trị t_rep tính được ở bước ciii) thì thực hiện cập nhật giá trị và quyết định điều chỉnh hệ số P0 và alpha bằng cách lặp bộ tham số P0 và alpha cho tới khi nào đạt được trạng thái giá trị delta_sinr nhỏ hơn giá trị của t_rep;
- trong trường hợp không đạt được trạng thái này sẽ sử dụng lựa chọn ngoại lệ thỏa mãn điều kiện giá trị SINR tính được ở bước bi) nằm trong khoảng từ 128 tới 135 thì thực hiện lưu trữ giá trị hiện tại của P0 và alpha, nếu nằm ngoài khoảng này thì tăng giá trị P0 lên 2 đơn vị; và
- nếu giá trị delta_sinr tính được ở bước cii) nhỏ hơn giá trị t_rep tính được ở bước ciii) thì tiến hành cập nhật giá trị hiện tại của P0 và alpha.



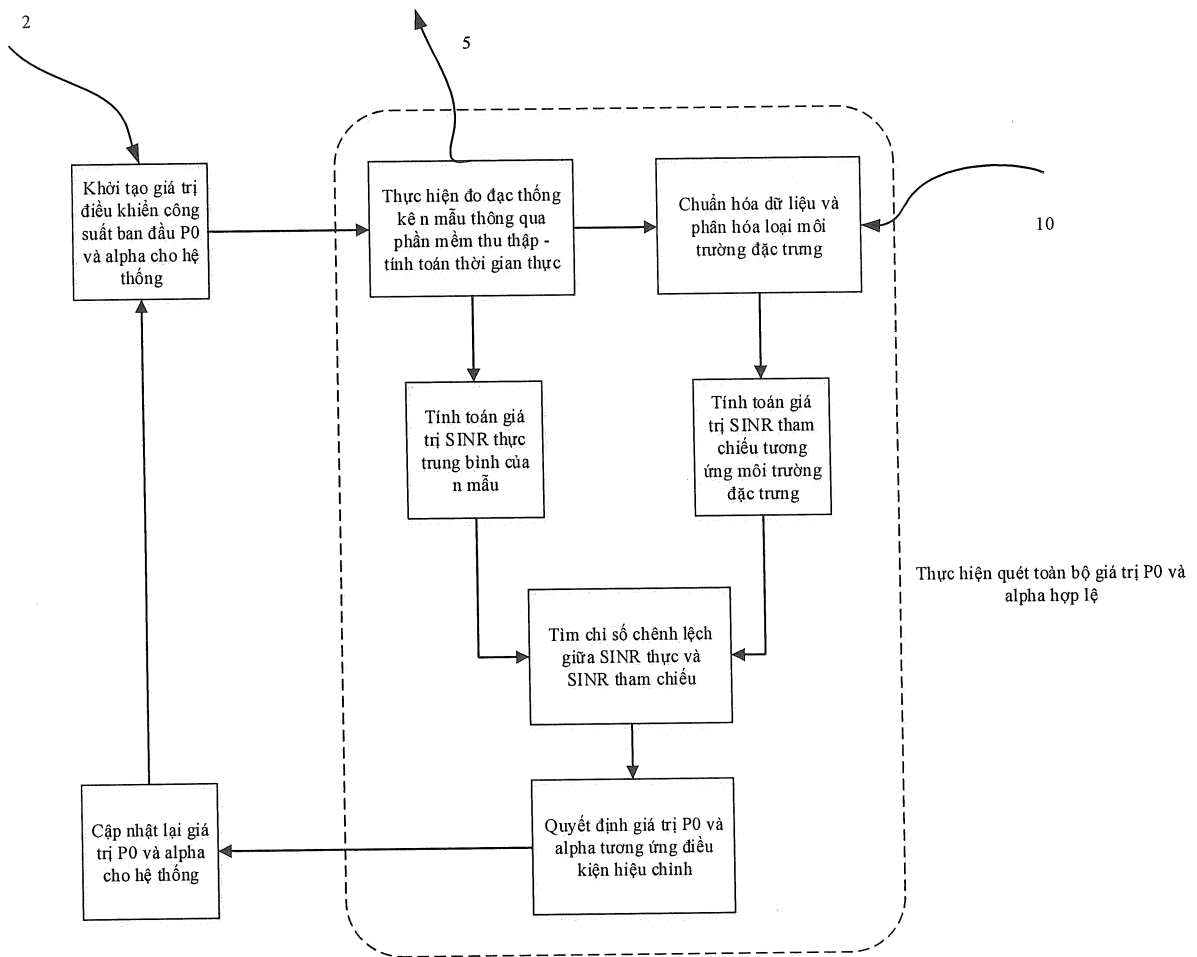
Hình 1



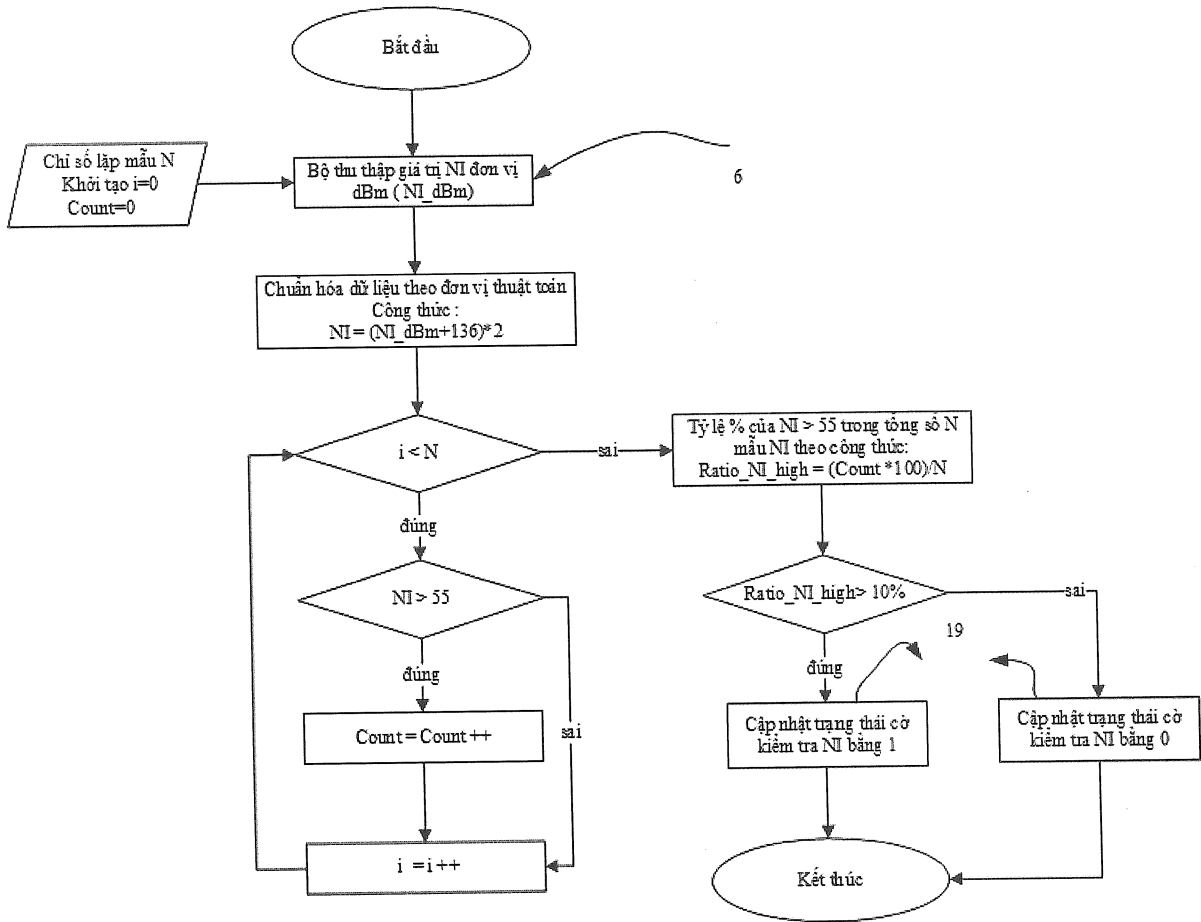
Hình 2



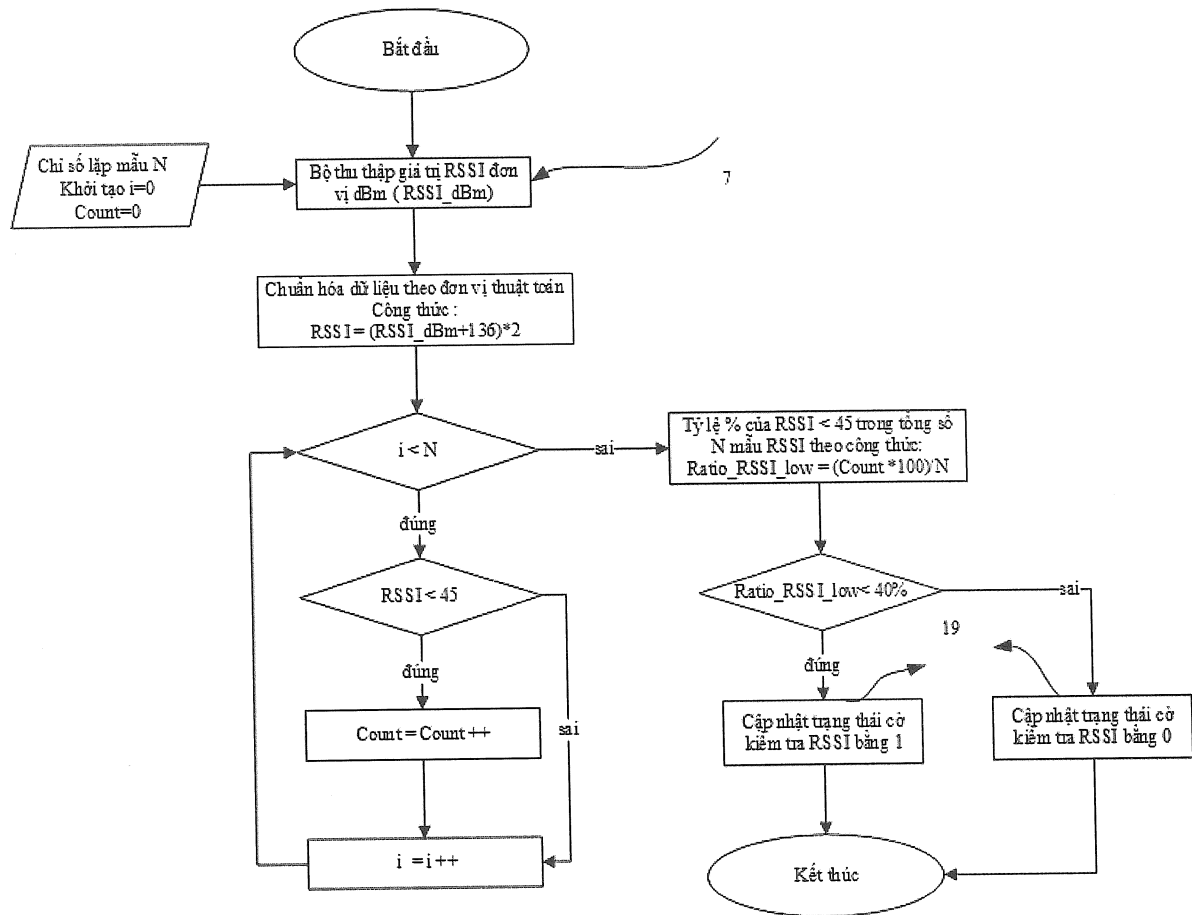
Hình 3



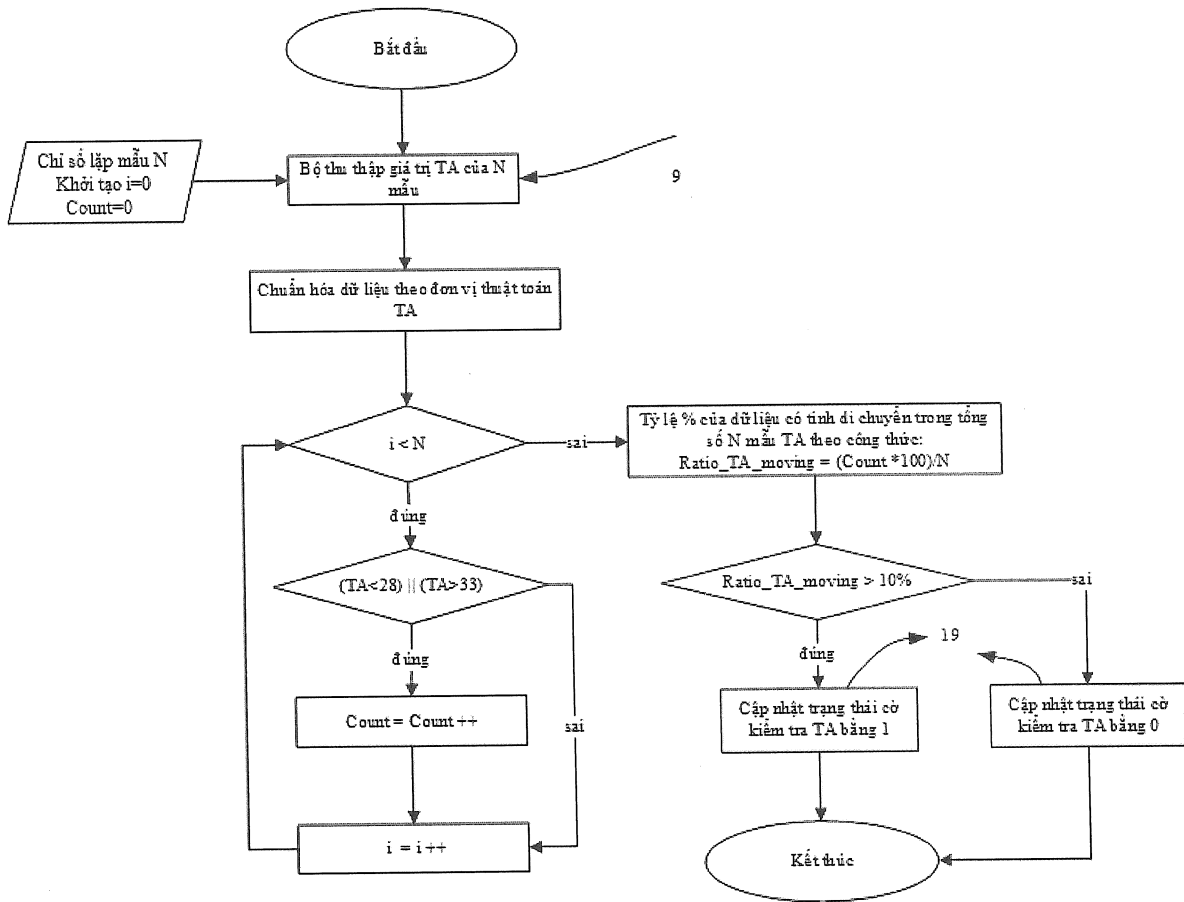
Hình 4



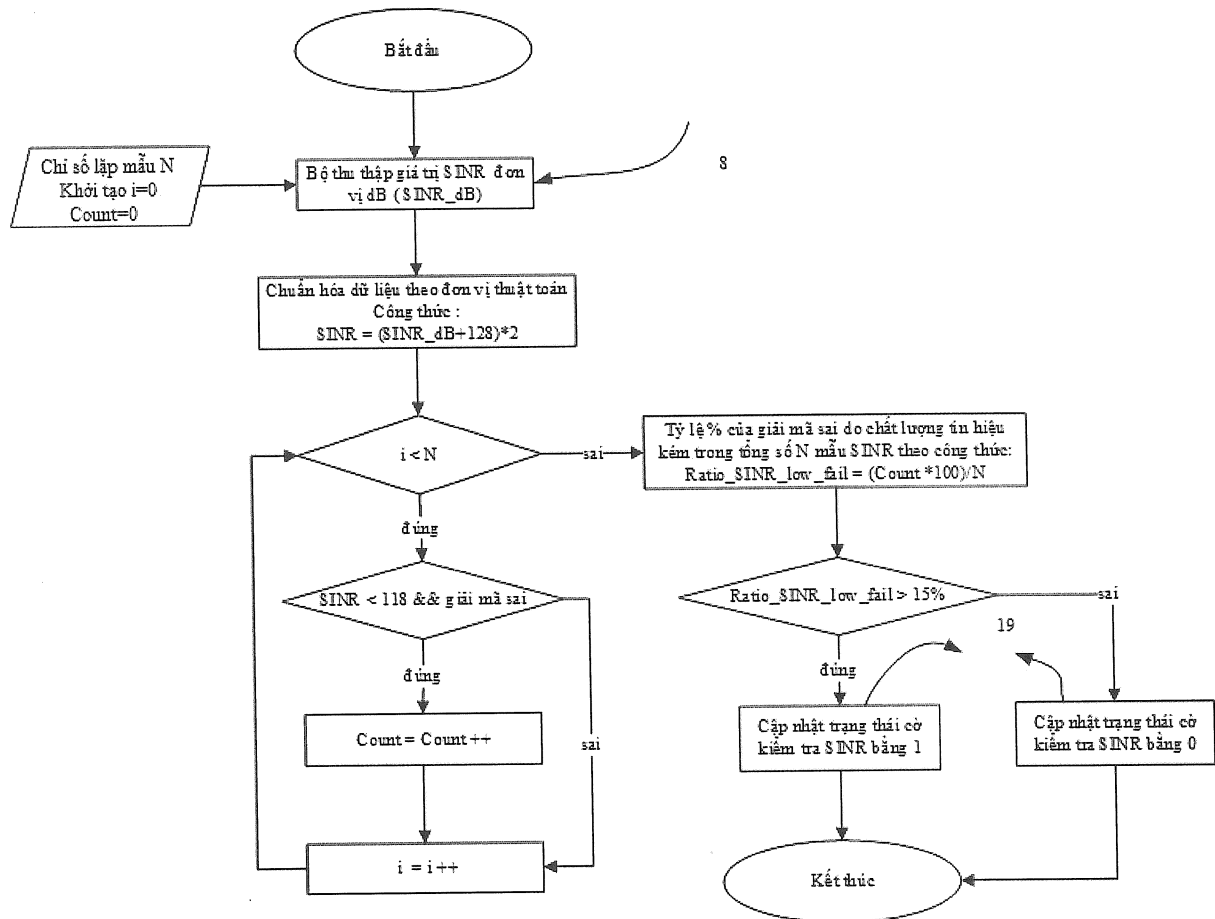
Hình 5



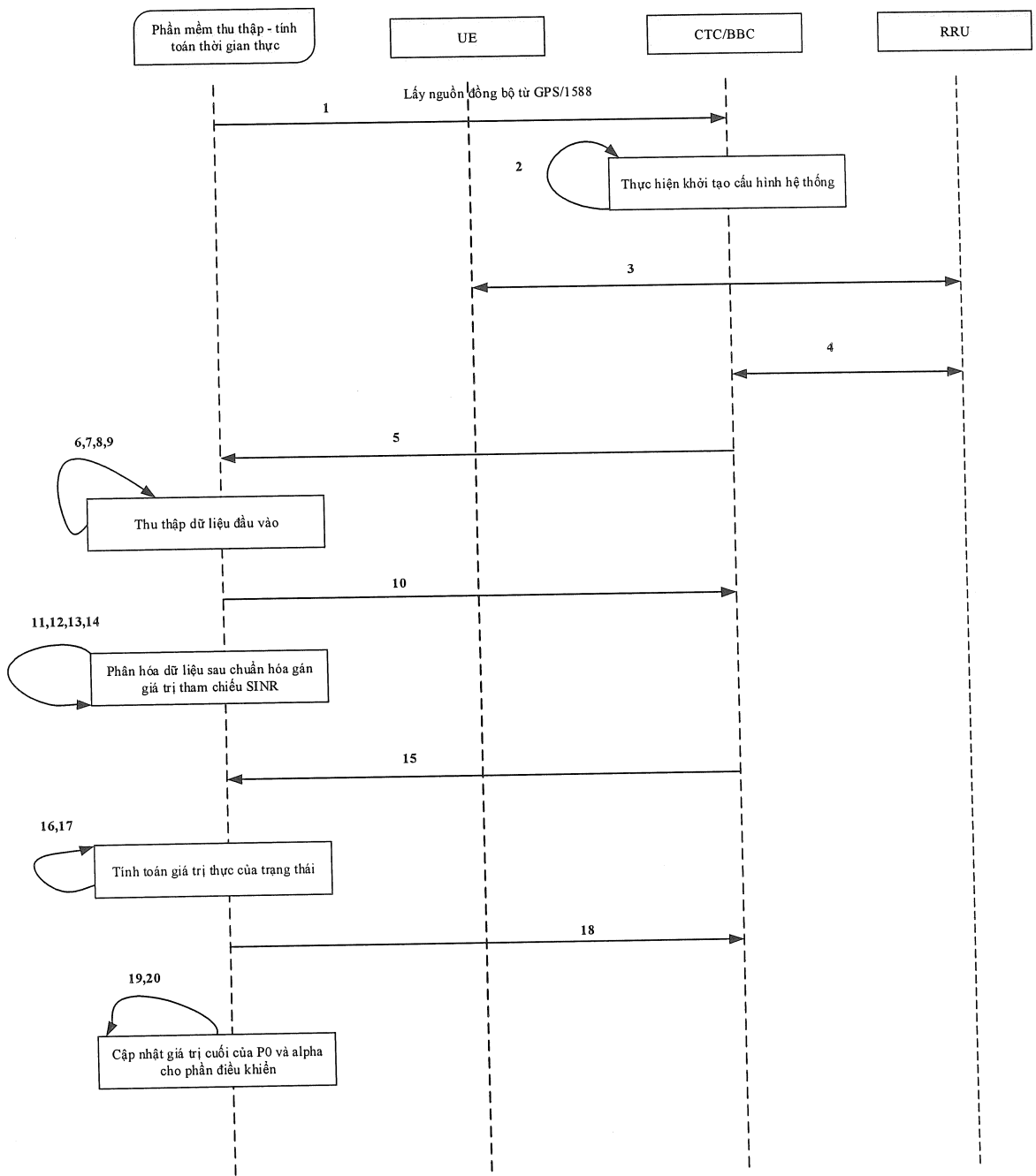
Hình 6



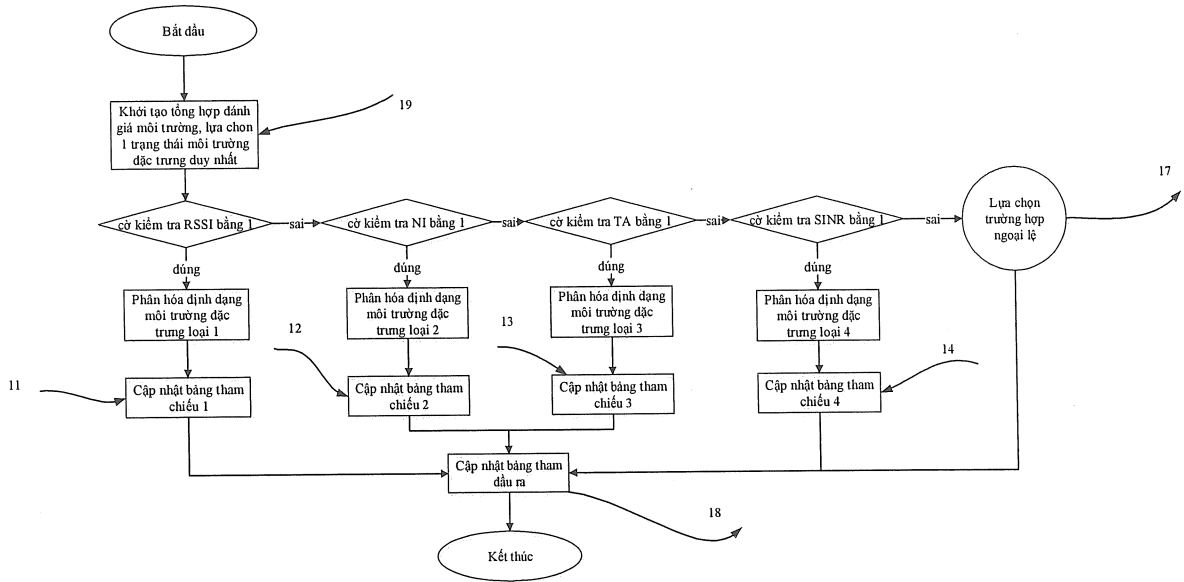
Hình 7



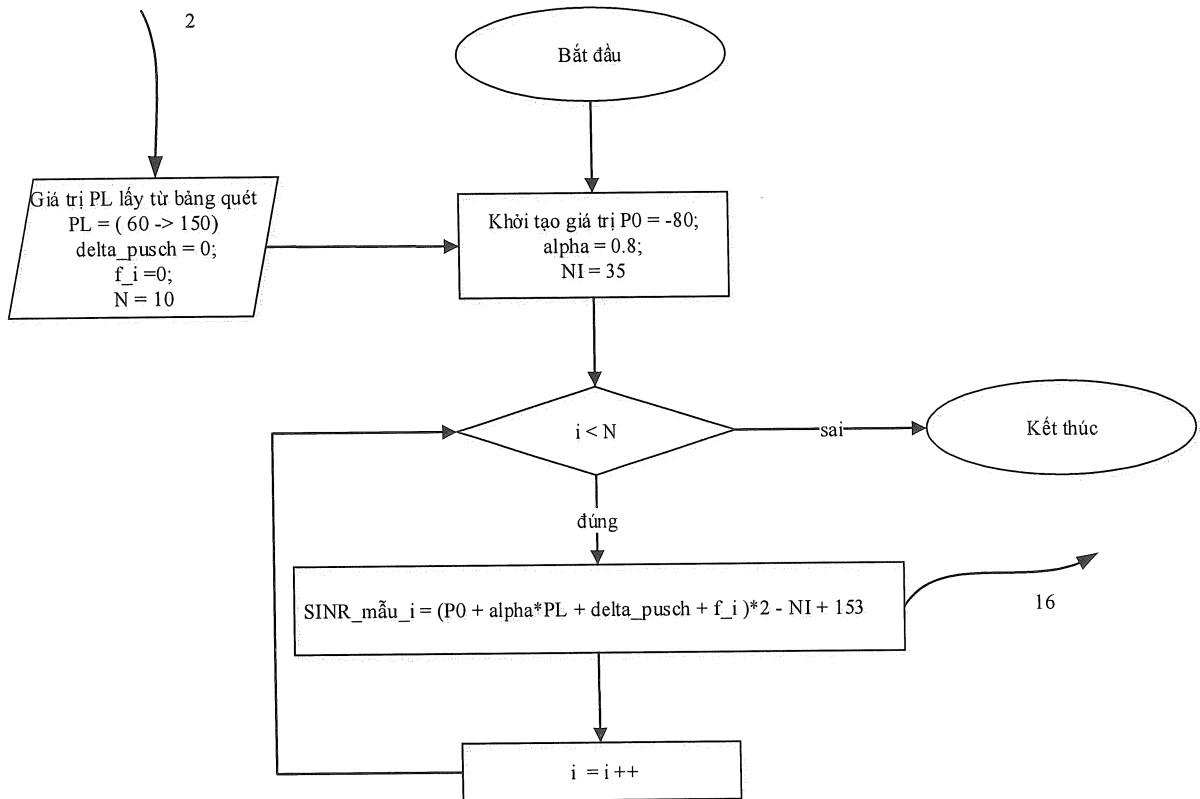
Hình 8



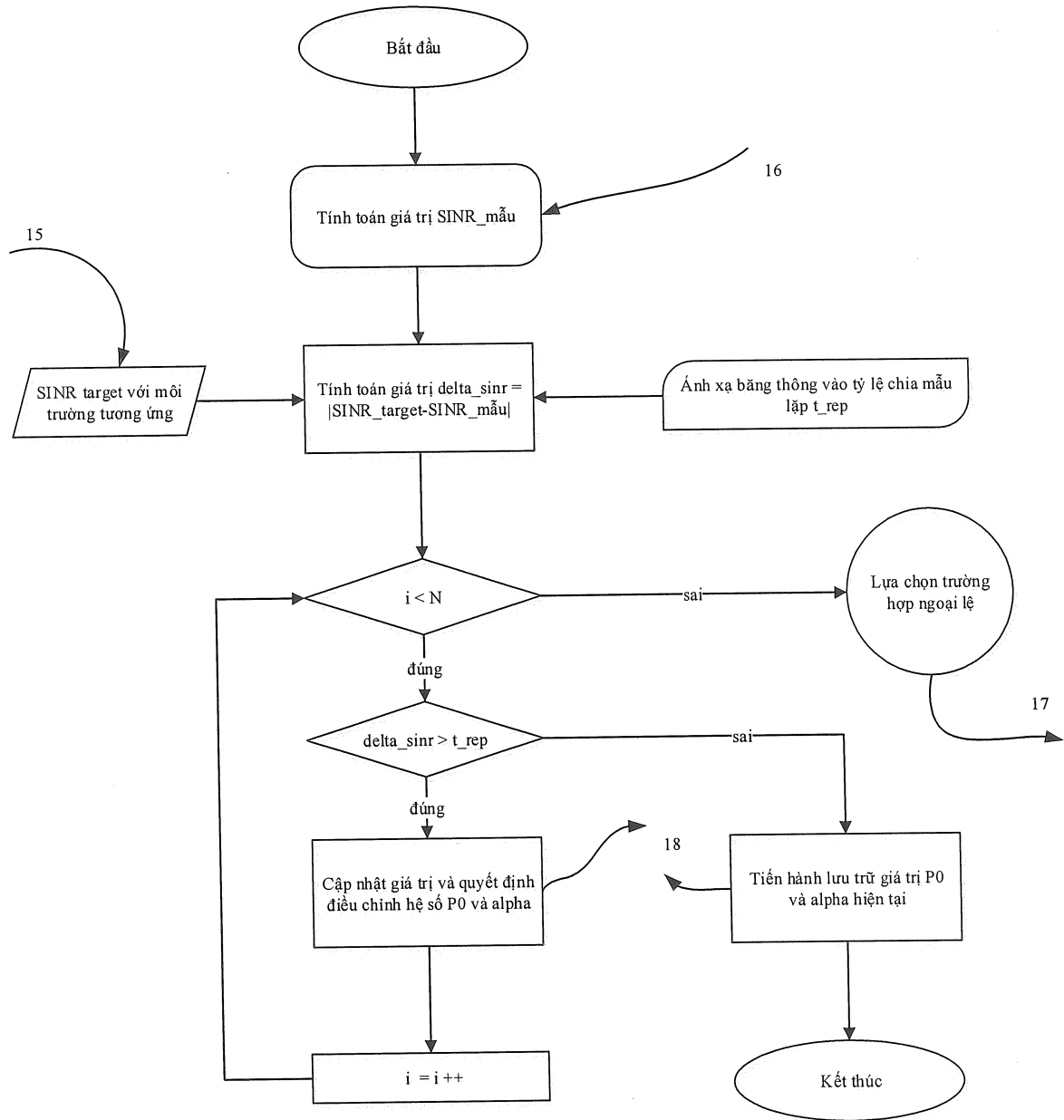
Hình 9



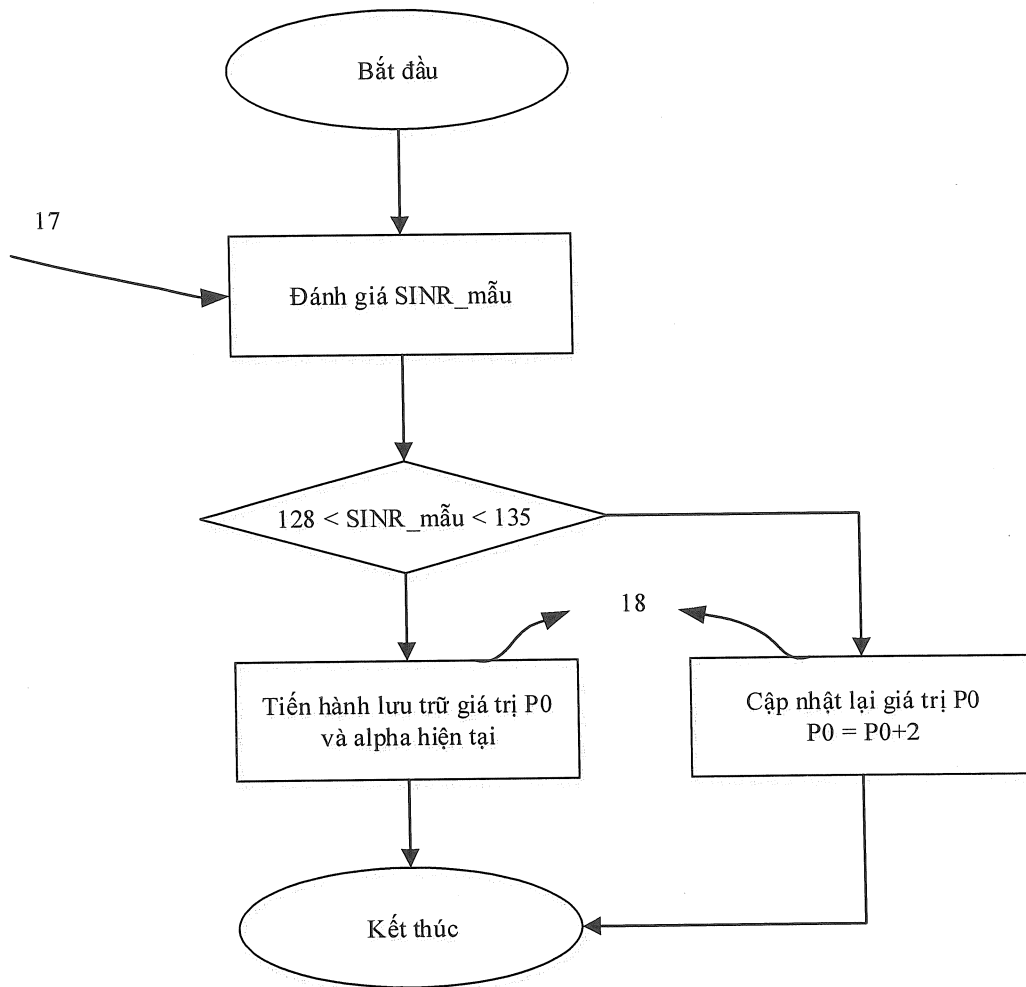
Hình 10



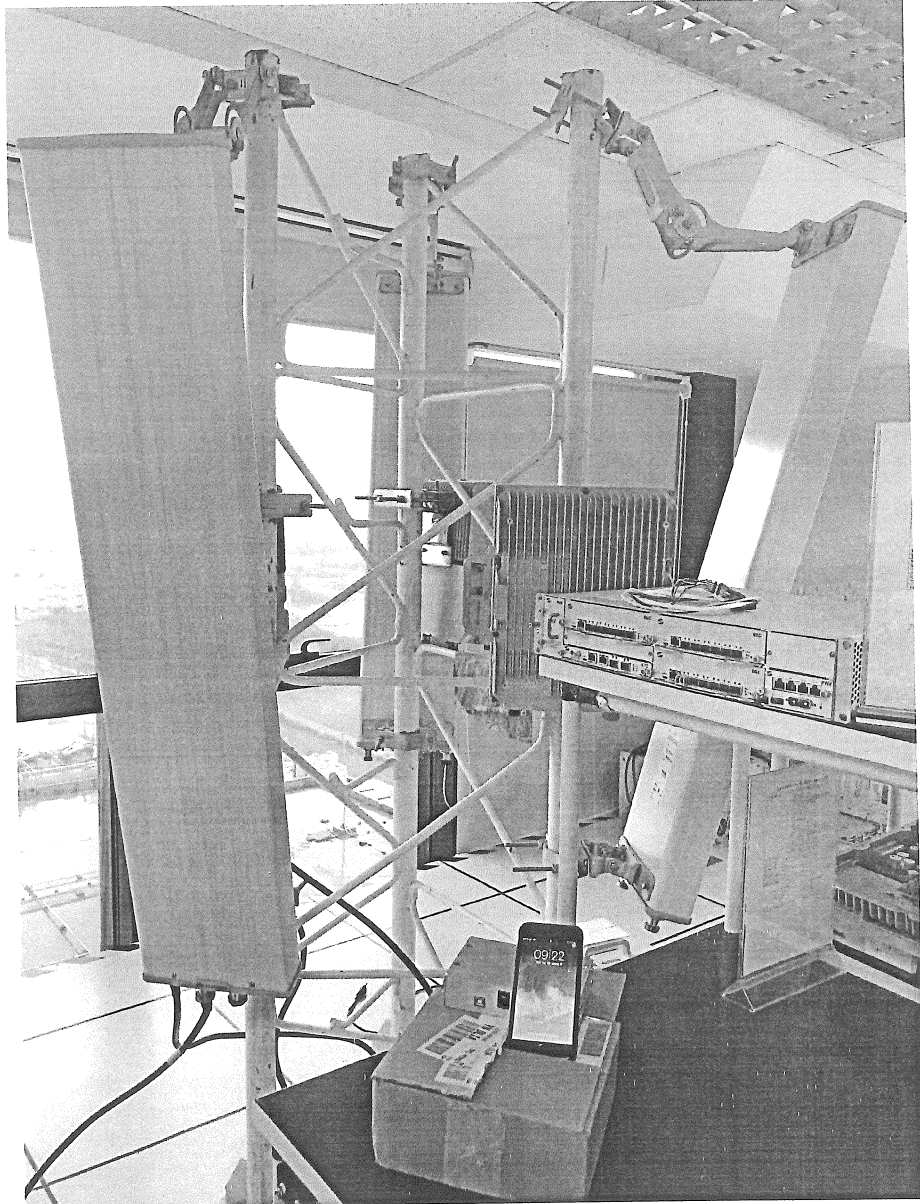
Hình 11



Hình 12



Hình 13



Hình 14