



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0028127

(51)<sup>8</sup> H04L 25/00 (13) B

(21) 1-2018-04319

(22) 28/09/2018

(45) 25/04/2021 397

(43) 25/12/2018 369A

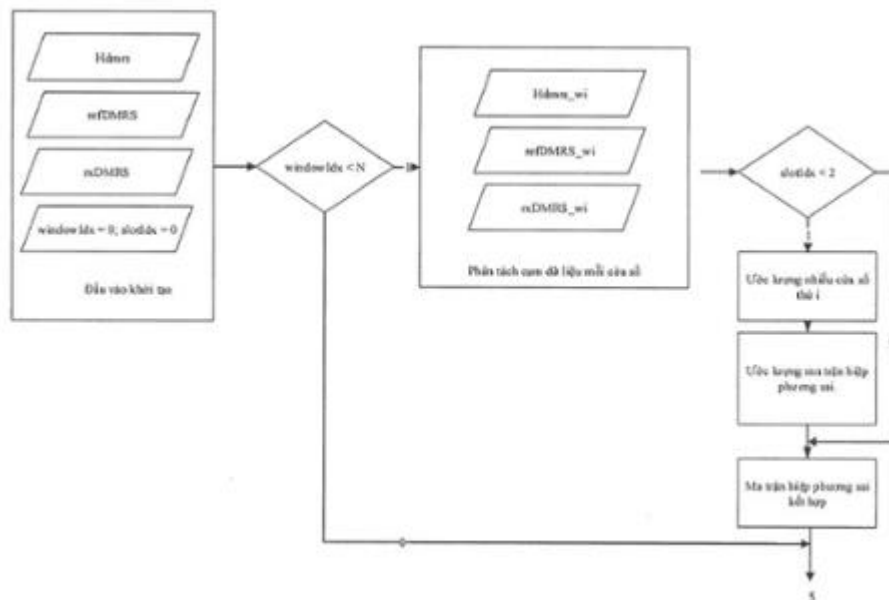
(73) TẬP ĐOÀN CÔNG NGHIỆP - VIỄN THÔNG QUÂN ĐỘI (VIETTEL) (VN)  
Số 1 Trần Hữu Dực, Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Hồ Thị Xuân Hòa (VN); Huỳnh Quốc Anh (VN); Nguyễn Trung Tiến (VN); Lương Xuân Hào (VN); Lê Trường Giang (VN); Phan Thanh Trung (VN).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG NHIỀU TỪ THIẾT BỊ THUỘC VÙNG PHỦ SÓNG LÂN CẬN DỰA VÀO DỮ LIỆU PHÂN CHIA THỜI GIAN LIÊN KHUNG TRONG HỆ THỐNG TRẠM THU PHÁT GỐC VÔ TUYẾN

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp ước lượng nhiều từ thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận dựa vào dữ liệu phân chia thời gian liên khung trong hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - EnodeB), bao gồm: a) xử lý dữ liệu thô đầu vào trên từng khe thời gian, phân chia theo cụm sóng mang con; b) ước lượng nhiễu tác động trên từng cụm sóng mang con trên từng khe thời gian; và c) ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu kết hợp hai khe thời gian trên cùng một khung thời gian con.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế liên quan đến phương pháp ước lượng can nhiễu mới dựa trên kết quả ước lượng kênh và tín hiệu phát gốc, để giải quyết vấn đề cân bằng kênh bằng phương pháp lỗi bình phương trung bình tối thiểu (minimum mean square error - MMSE) một cách hiệu quả trong trường hợp tín hiệu của người dùng mong muốn bị tác động bởi tín hiệu của các người dùng ở vùng phủ sóng lân cận cũng được cấp phát cùng tài nguyên, đảm bảo việc giải mã dữ liệu ở tuyến thu đạt hiệu quả tối ưu.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Công nghệ di động thế hệ thứ 4 (Long term evolution - LTE) có ưu điểm vượt trội về khả năng sử dụng phổ tần rộng trong một vùng phủ sóng, tuy nhiên hệ thống này lại dễ bị ảnh hưởng bởi sự can nhiễu giữa các vùng phủ sóng với nhau, đặc biệt là các vùng phủ sóng lân cận. Hiện tại, công nghệ LTE cho phép cấp phát tài nguyên trên miền thời gian hoặc tần số tương ứng với việc áp dụng các cơ chế khác nhau để giảm nhiễu trong bộ thu. Đối với xử lý ở lớp cao, các kỹ thuật như kiểm soát công suất phân đoạn hoặc tái sử dụng tần số có thể được áp dụng nhằm giảm thiểu nhiễu. Tuy nhiên, các phương pháp này chỉ là phương pháp tối ưu phụ. Đối với xử lý ở lớp 1, việc loại bỏ nhiễu được xem là giải pháp hiệu quả để tăng tốc độ truyền tải hay nâng cao hiệu năng giải mã của tuyến lên trong hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - eNodeB).

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Độ tin cậy của bộ cân bằng kênh MMSE phụ thuộc vào 2 yếu tố chính: tính chính xác mà dữ liệu mô hình kênh được ước lượng từ khối ước lượng kênh và dữ liệu nhiễu thu được từ việc ước lượng mềm nhiễu. Trong trường hợp lý tưởng, dữ liệu nhiễu được mô tả cho mô hình thu phát tín hiệu kênh vô tuyến là nhiễu trắng. Tuy nhiên, trên thực tế, với hệ thống LTE, giữa các vùng phủ sóng lân cận luôn tồn tại các tín hiệu của thiết bị người dùng (User equipment - UE) làm nhiễu dữ liệu của UE mong muốn. Tín hiệu của các UE gây nhiễu này thường không đoán trước được và khó khăn trong việc loại bỏ hoàn toàn. Vì vậy, các tác giả sáng chế đã nghiên cứu phương pháp ước lượng nhiễu gây ra bởi thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận, từ đó có thể nâng cao kết quả cân bằng kênh MMSE, giải mã dữ liệu kênh chia sẻ tuyến lên của UE mong muốn bị ảnh hưởng bởi tín hiệu UE ở vùng phủ sóng lân cận.

Nguyên tắc của phương pháp theo sáng chế là sử dụng đáp ứng xung của kênh truyền, là đầu ra khối ước lượng kênh, và dữ liệu phát nguyên bản chưa qua mô hình kênh của người dùng đang được cấp phát. Các mẫu dữ liệu trên được phân tích từ 2 khe thời

gian trong cùng một khung truyền thời gian con (subframe). Qua đó, ước lượng được nhiễu và áp dụng vào tính toán ma trận hiệp phương sai của nhiễu, là đầu vào quan trọng của khối cân bằng kênh MMSE lớp vật lý hệ thống eNodeB.

Sáng chế đề xuất phương pháp ước lượng nhiễu từ thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận dựa vào dữ liệu phân chia thời gian liên khung trong hệ thống EnodeB bao gồm:

a) xử lý dữ liệu đầu vào trên từng khe thời gian và phân chia theo cụm sóng mang con để nhóm các sóng mang con liên tiếp thành cụm, bao gồm:

ai) bóc tách dữ liệu tín hiệu tham chiếu giải điều chế (Demodulation Reference Signal - DMRS) tại đầu ăng-ten thu tại ký hiệu thứ 3 của mỗi khe thời gian;

aii) tạo dữ liệu DMRS tham khảo tương ứng do thiết bị người dùng (User equipment - UE) phát đi;

aiii) bóc tách dữ liệu mô hình kênh trên từng cụm sóng mang con tại vị trí ký hiệu thứ 3 của mỗi khe thời gian;

b) ước lượng nhiễu tác động trên từng cụm sóng mang con trên từng khe thời gian trong đó quá trình ước lượng nhiễu được thực hiện theo công thức (2) sau đây:

$$\text{Noise}(w,s) = \mathbf{rxDMRS}(w,s) \times \text{refDMRS}(w,s)^H - \mathbf{hDMRS}(w,s) \quad (1)$$

trong đó:

- $\mathbf{hDMRS}(w,s)$  là vectơ ma trận kênh truyền tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  của vị trí dữ liệu DMRS có kích thước  $(N_{\text{Rx}} \times N_w)$ ;
- $\mathbf{rxDMRS}(w,s)$  là vectơ dữ liệu DMRS thu được tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  có kích thước  $(N_{\text{Rx}} \times N_w)$ ;
- $\text{refDMRS}(w,s)$  là vectơ dữ liệu DMRS đã biết trước tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  có kích thước  $(N_{\text{Tx}} \times 1)$ ;
- $\text{Noise}(w,s)$  là vectơ ma trận nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ ;
- $N_{\text{Rx}}$  là số ăng-ten thu;
- $N_w$  là số sóng mang con tại mỗi cụm được xét,  $N_w \in \{3, 6\}$  phụ thuộc loại điều chế QPSK (Quadrature Phase Shift Keying – điều chế khóa dịch pha vuông góc), QAM16 (Quadrature Amplitude Modulation – điều chế biên độ vuông góc) và QAM64 lần lượt là 6, 3 và 3 sóng mang/cụm; và
- $s$  là chỉ số khe thời gian,  $s \in \{0, 1\}$ ;

c) ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu, kết hợp hai khe thời gian trên cùng một khung thời gian con, bao gồm:

ci) ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu trên từng cụm sóng mang con của mỗi khe thời gian theo công thức (2) sau đây trong đó sử dụng ma trận nhiễu ước lượng được ở bước ii) để tìm ra ma trận hiệp phương sai của nhiễu:

$$\mathbf{convNoise}(w,s) = \frac{\mathbf{Noise}(w,s) \times \mathbf{Noise}(w,s)^H}{N_w} \quad (2)$$

trong đó,  $\mathbf{convNoise}(w,s)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ , có kích thước  $(N_{RX} \times N_{RX})$ ;

cii) ước lượng ma trận hiệp phương sai kết hợp của khung thời gian con thứ  $k$  theo công thức 3 sau đây:

$$\mathbf{cNoise}(w,k) = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^1 \mathbf{convNoise}(w,s) \quad (3)$$

trong đó:

- $\mathbf{cNoise}(w,k)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và  $s$ , có kích thước  $(N_{RX} \times N_{RX})$ ; và
- $k$  là: chỉ số khung thời gian con (subframe).

### Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các khía cạnh, các dấu hiệu và các ưu điểm của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn từ phần mô tả chi tiết sáng chế, kết hợp với các hình vẽ kèm theo trong đó:

Hình 1 là hình vẽ mô tả tổng quát luồng xử lý dữ liệu cho kênh chia sẻ đường lên tại lớp vật lý của hệ thống eNodeB.

Hình 2 là hình vẽ mô tả cấu trúc khung loại 1 của kênh chia sẻ đường lên trên miền thời gian.

Hình 3 là hình vẽ mô tả cấu trúc dữ liệu mỗi khe thời gian, biểu diễn ở mức ký hiệu (symbol) trên miền tần số.

Hình 4 là hình vẽ biểu diễn dữ liệu ký hiệu tín hiệu tham chiếu giải điều chế (Demodulation Reference Signal - DMRS) tại ăng-ten phát và ăng-ten thu tương ứng với 600 sóng mang con.

Hình 5 là hình vẽ mô tả cấu trúc dữ liệu kênh truyền, biểu diễn ở mức ký hiệu trên miền tần số.

Hình 6 là hình vẽ biểu diễn dữ liệu kênh truyền tại ký hiệu DMRS sau khối ước lượng kênh, tương ứng với 600 sóng mang con.

Hình 7 là hình vẽ mô tả thuật toán ước lượng nhiễu giữa hai vùng phủ sóng lân cận.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây mô tả rõ ràng và đầy đủ giải pháp kỹ thuật của sáng chế có dựa vào các hình vẽ kèm theo.

Hình 1 mô tả tổng quan về luồng xử lý dữ liệu cơ bản kênh chia sẻ đường lên tại lớp vật lý của hệ thống eNodeB, trong đó có các thành phần cơ bản với các chức năng cụ thể như sau:

- Khối loại bỏ tiền tố vòng (Cyclic prefix – CP): loại bỏ chuỗi bảo vệ để tránh hiện tượng công suất phát đỉnh trên công suất trung bình quá cao ( Peak to average ratio – PAPR);
- Khối biến đổi Fourier nhanh (Fast Fourier Transform – FFT): thực hiện chuyển đổi tín hiệu từ miền thời gian sang miền tần số;
- Khối giải định vị (Demapper): thực hiện lấy dữ liệu miền tần số tương ứng trên lưới tài nguyên;
- Khối ước lượng kênh: thực hiện ước lượng ma trận kênh truyền;
- Khối ước lượng nhiễu: Thực hiện ước lượng nhiễu được sinh trong quá trình phát thu dữ liệu qua môi trường có nhiễu;
- Khối cân bằng kênh: thực hiện cân bằng kênh;
- Khối giải tiền mã hóa, khối giải điều chế mềm, khối giải mã trộn, giải mã đan xen, giải ghép kênh, giải mã turbo, kiểm dư chu trình (Cyclic redundancy Check - CRC)...

Phương pháp ước lượng nhiễu từ các UE thuộc vùng phủ sóng lân cận theo sáng chế được thực hiện lần lượt theo từng khe thời gian trên mỗi khung thời gian con nhận về của kênh truyền dữ liệu tuyến lên. Và thực hiện sau khối ước lượng ma trận kênh truyền.

Các Hình 2, 3 và 5 mô tả cấu trúc dữ liệu đầu vào sử dụng cho phương pháp ước lượng nhiễu từ các UE thuộc vùng phủ sóng lân cận theo sáng chế. Khi UE phát dữ liệu tuyến lên trên  $N_{TX}$  ăng-ten phát và eNodeB nhận được tín hiệu trên  $N_{RX}$  ăng-ten thu. ENodeB lấy tín hiệu trên  $N_{RX}$  ăng-ten này, thực hiện giải mã tín hiệu phát. Nhằm ước lượng nhiễu chính xác, phương pháp theo sáng chế dựa vào đặc tính của chuỗi tín hiệu DMRS, sử dụng tín hiệu DMRS được bóc tách trên từng khe thời gian của mỗi khung thời gian con nhận được tại đầu ăng-ten thu, tín hiệu DMRS phát đi cùng với ma trận kênh truyền của tín hiệu DMRS sau khối ước lượng kênh tương ứng.

Sau khi thực hiện phương pháp theo sáng chế, có thể ước lượng được ma trận hiệp phương sai của nhiễu có kích thước  $N_{RX} \times N_{RX}$  tại từng cụm sóng mang, là đầu vào của khối cân bằng kênh MMSE.

Phương pháp theo sáng chế bao gồm 3 công đoạn chính sau:

- Công đoạn 1: Xử lý dữ liệu thô đầu vào trên từng khe thời gian, phân chia theo cụm sóng mang con.

- Công đoạn 2: Ước lượng nhiễu tác động trên từng cụm sóng mang con trên từng khe thời gian.
- Công đoạn 3: Ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu kết hợp 2 khe thời gian trên cùng 1 khung thời gian con.

Cụ thể, các bước thực hiện phương pháp theo sáng chế là như sau:

*Công đoạn 1: Xử lý dữ liệu thô đầu vào trên từng khe thời gian, phân chia theo cụm sóng mang con, bao gồm:*

ai) Bóc tách dữ liệu DMRS tại đầu ăng-ten thu tại ký hiệu thứ 3 của mỗi khe thời gian.

aii) Tạo dữ liệu DMRS tham khảo (dữ liệu DMRS mà UE phát đi) tương ứng.

aiii) Bóc tách dữ liệu mô hình kênh trên từng cụm sóng mang con tại vị trí ký hiệu thứ 3 (vị trí ký hiệu DMRS) của mỗi khe thời gian.

Số sóng mang con liên tiếp nhau được nhóm thành 1 cụm sóng mang phụ thuộc loại điều chế QPSK, QAM16 và QAM64, lần lượt là 6, 3 và 3 sóng mang/cụm.

*Công đoạn 2: Thực hiện ước lượng nhiễu tác động trên từng cụm sóng mang con trên từng khe thời gian.*

Quá trình ước lượng nhiễu được thực hiện theo công thức (2):

$$\text{Noise}(w,s) = \mathbf{rxDMRS}(w,s) \times \mathbf{refDMRS}(w,s)^H - \mathbf{hDMRS}(w,s) \quad (2)$$

Trong đó:

- $\mathbf{hDMRS}(w,s)$  là vector ma trận kênh truyền tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  của vị trí dữ liệu DMRS. Kích thước  $(N_{RX} \times N_w)$ .
- $\mathbf{rxDMRS}(w,s)$  là vector dữ liệu DMRS thu được tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ . Kích thước  $(N_{RX} \times N_w)$ .
- $\mathbf{refDMRS}(sc,s)$  là vector dữ liệu DMRS đã biết trước tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ . Kích thước  $(N_{TX} \times 1)$ .
- $\text{Noise}(w,s)$  là vector ma trận nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ .
- $N_{RX}$  là số ăng-ten thu.
- $N_w$  là số sóng mang con tại mỗi cụm được xét.  $N_w \in \{3, 6\}$  phụ thuộc loại điều chế QPSK, QAM16 và QAM64 lần lượt là 6, 3 và 3 sóng mang/cụm;
- $s$  là chỉ số khe thời gian.  $s \in \{0, 1\}$ .

*Công đoạn 3: Ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu, kết hợp hai khe thời gian trên cùng một khung thời gian con, bao gồm:*

ci) Thực hiện ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu trên từng cụm sóng mang con của mỗi khe thời gian theo công thức (2):

Sử dụng ma trận nhiễu ước lượng được ở công đoạn 2 để tìm ra ma trận hiệp phương sai của nhiễu.

$$\mathbf{convNoise}(w,s) = \frac{\mathbf{Noise}(w,s) \times \mathbf{Noise}(w,s)^H}{N_w} \quad (2)$$

Trong đó,  $\mathbf{convNoise}(w,s)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ . Kích thước ( $N_{RX} \times N_{RX}$ ).

cii) Thực hiện ước lượng ma trận hiệp phương sai kết hợp.

Từ kết quả bước ci), ma trận hiệp phương sai của khung thời gian con thứ  $k$  được tính theo công thức

$$\mathbf{cNoise}(w,k) = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^1 \mathbf{convNoise}(w,s) \quad (3)$$

Trong đó:

- $\mathbf{cNoise}(w,k)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và  $s$ . Kích thước ( $N_{RX} \times N_{RX}$ )
- $k$  là chỉ số khung thời gian con (subframe).

vector ma trận  $\mathbf{cNoise}$  được sử dụng đưa vào bộ cân bằng kênh MMSE.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Phương pháp ước lượng nhiễu gây ra bởi thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận đã được triển khai thử nghiệm thực tế trên thiết bị xử lý băng gốc (Baseband Board Card - BBC) của VTTEK. Cụ thể như sau: khởi tạo các tham số hệ thống chung mạng như số lượng ăng-ten là 2, độ dài tiền tố lặp bình thường, chỉ số về tín hiệu giải điều chế tham khảo cho kênh chia sẻ dữ liệu đường lên và số lần truyền lại bit lai được nêu trong Bảng 1; loại điều chế khóa dịch pha cầu phương (Quadrature Phase Shift Keying – QPSK); số lượng tài nguyên vật lý lần lượt cho các cấu hình được nêu trong Bảng 2 bao gồm A12-3, A12-4, A12-5, A12-6 là 25, 50, 75 và 100; tỷ lệ mã hóa nén là 0,36; mức điều chế mã hóa là 6; tổng số bit yêu cầu trên một khung truyền nhỏ tương ứng cho A12-3, A12-4, A12-5, A12-6 là 7200, 14400, 21600 và 28800; số lượng mẫu ký tự điều chế trên một khung truyền nhỏ là 12. Sau đó, thực hiện truyền 10000 khung truyền lớn mẫu từ thiết bị người dùng phát vào vùng sóng máy tạo can nhiễu trên từng tài nguyên vật lý theo Bảng 1 kết hợp điều chỉnh mô hình kênh truyền như nêu trong Bảng 2. Thiết lập điều kiện tỷ số nhiễu trên tạp âm như nêu trong Bảng 2 theo từng băng thông; Tiến hành giải mã dữ liệu bằng phương pháp ước lượng nhiễu gây ra bởi thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận được thiết lập trên thiết bị xử lý băng gốc; Sau đó đánh giá kết quả giải mã thông qua chỉ số thông lượng được hiển thiện sau phân giải mã; Kết quả so sánh đánh giá chất lượng của phương

pháp ước lượng nhiễu theo sáng chế so với phương pháp truyền thống được thể hiện trong Bảng 3.

Để đánh giá được hiệu năng khi áp dụng phương pháp theo sáng chế, nhóm tác giả sử dụng các bài kiểm thử để kiểm chứng dựa vào chuẩn 3GPP TS104 phiên bản 14.

Bảng 1 dưới đây thể hiện các tham số cấu hình cho tín hiệu kênh chia sẻ đường lên vật lý (Physical Uplink Shared Channel -PUSCH) của UE mong muốn và tín hiệu nhiễu liên kênh trong vùng phủ sóng.

Bảng 1: Tham số cấu hình cho tín hiệu kênh PUSCH của UE mong muốn và tín hiệu nhiễu tại vùng phủ sóng lân cận.

| Tham số   |       | Đơn vị  | UE mong muốn              | UE can nhiễu   |
|---|-------|---|---------------------------|--|
| Số lần truyền lại bit lai yêu cầu lặp lại tự động (Hybrid automatic repeat request - HARQ) lớn nhất           |       |   | 4                         | N/A  |
| Chuỗi RV  |       |   | 0, 2, 3, 1, 0,<br>2, 3, 1 | N/A  |
| DIP   | Set 1 | dB  | N/A                       | -1.11  |
|   | Set 2 | dB  | N/A                       | -0.43  |
| Định danh vùng phủ sóng   |       |   | 0                         | 1  |
| Mô hình can nhiễu   |       |   | N/A                       | Tín hiệu đồng bộ thời gian với tín hiệu UE mong muốn, dữ liệu điều chế QAM16, số RB cấp phát là lớn nhất phụ thuộc băng thông. |
| Tiền tố vòng (Cyclic Prefix)  |       | Bình thường   |                           |  |
| Tín hiệu giải điều chế tham khảo cho kênh chia sẻ dữ liệu đường lên (Demodulation reference signal for PUSCH) |       | $\Delta_{ss} = 0, n_{DMRS}^{(1)} = 0, n_{DMRS}^{(2)} = 0$<br>Không sử dụng<br>Nhóm nhảy tần và chuỗi nhảy tần |                           |  |

Bảng 2 dưới đây thể hiện đặc điểm của hệ thống truyền dữ liệu, loại dữ liệu truyền đi và yêu cầu hiệu năng cần đạt được cho băng thông 5, 10, 15, 20 MHz.

Bảng 2: Đặc điểm hệ thống truyền dữ liệu, loại dữ liệu truyền đi và yêu cầu hiệu năng cần đạt được cho băng 5, 10, 15, 20 MHz.



| Băng thông | Số lượng ăng-ten phát | Số lượng ăng-ten thu | Bài kiểm thử | Điều kiện môi trường Kiểm thử |              | Loại DIP | Cấu hình kênh | Thông lượng cần đạt | SINR [dB] |
|------------|-----------------------|----------------------|--------------|-------------------------------|--------------|----------|---------------|---------------------|-----------|
|            |                       |                      |              | UE mong muốn                  | UE can nhiễu |          |               |                     |           |
| 5MHz       | 1                     | 2                    | 0            | EPA 5 Thấp                    | ETU 5 Thấp   | Set 2    | A12-3         | 70%                 | -5.1      |
|            |                       |                      | 1            | EVA 70 Thấp                   | ETU 70 Thấp  | Set 1    | A12-3         | 70%                 | -4.1      |
| 10MHz      |                       |                      | 0            | EPA 5 Thấp                    | ETU 5 Thấp   | Set 2    | A12-4         | 70%                 | -5.4      |
|            |                       |                      | 1            | EVA 70 Thấp                   | ETU 70 Thấp  | Set 1    | A12-4         | 70%                 | -4.2      |
| 15         |                       |                      | 0            | EPA 5 Thấp                    | ETU 5 Thấp   | Set 2    | A12-5         | 70%                 | -5.5      |
|            |                       |                      | 1            | EVA 70 Thấp                   | ETU 70 Thấp  | Set 1    | A12-5         | 70%                 | -4.0      |
| 20         | 0                     | EPA 5 Thấp           | ETU 5 Thấp   | Set 2                         | A12-6        | 70%      | -5.7          |                     |           |
|            | 1                     | EVA 70 Thấp          | ETU 70 Thấp  | Set 1                         | A12-6        | 70%      | -4.5          |                     |           |

Hình 4 và Hình 6 biểu diễn các dữ liệu I/Q đầu vào của khối ước lượng nhiễu cho cây kiểm thử số 0, băng thông 10MHz.

Bảng 3 thể hiện kết quả đánh giá hiệu năng sử dụng của phương pháp ước lượng nhiễu gây ra bởi thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận theo sáng chế, được so sánh với phương pháp thực hiện tìm nhiễu truyền thống.

Bảng 3: Kết quả đánh giá hiệu năng

| Băng thông | Cây kiểm thử | Thông lượng cần đạt (%) | Phương pháp ước lượng nhiễu truyền thống (%) | Phương pháp ước lượng nhiễu theo sáng chế (%) |
|------------|--------------|-------------------------|--|---|
| 5          | 0            | 70                      | 61,57  | 91,54   |
|            | 1            | 70                      | 75,20  | 89,65   |
| 10         | 0            | 70                      | 61,35  | 93,63   |
|            | 1            | 70                      | 75,78  | 91,06   |

|    |   |    |       |       |
|----|---|----|-------|-------|
| 15 | 0 | 70 | 61,33 | 94,85 |
|    | 1 | 70 | 76,57 | 92,06 |
| 20 | 0 | 70 | 59,77 | 95,25 |
|    | 1 | 70 | 72,81 | 89,49 |

Như vậy, với việc áp dụng phương pháp ước lượng nhiễu theo sáng chế, thông lượng đạt được sử dụng các cây kiểm thử (trung bình là khoảng 22,19%) cao hơn so với yêu cầu tối thiểu và tốt hơn thông lượng đạt được theo phương pháp truyền thống (trung bình khoảng 24,14%).

Các lợi ích đạt được của sáng chế

Phương pháp ước lượng nhiễu từ thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận được nêu trong sáng chế có khả năng cải thiện vượt trội hiệu năng giải mã dữ liệu của kênh chia sẻ đường lên vật lý (PUSCH) của hệ thống eNodeB. Đồng thời, có khả năng tích hợp tương thích với bộ cân bằng kênh MMSE mà phần cứng của chip hỗ trợ, tận dụng được các ưu điểm tính toán của DSP và có thể triển khai trên nền tảng chip đang có trên thiết bị xử lý băng gốc (Baseband unit -BBU) của VTTEK. Theo đó, có thể áp dụng phương pháp theo sáng chế vào hệ thống eNodeB mà không cần yêu cầu thiết kế lại phần cứng cũng như làm gia tăng giá thành của sản phẩm.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp ước lượng nhiễu từ thiết bị thuộc vùng phủ sóng lân cận dựa vào dữ liệu phân chia thời gian liên khung trong hệ thống trạm thu phát gốc vô tuyến (E-UTRAN Node B - ENodeB) bao gồm:

a) xử lý dữ liệu đầu vào trên từng khe thời gian và phân chia theo cụm sóng mang con để nhóm các sóng mang con liên tiếp thành cụm, bao gồm:

ai) bóc tách dữ liệu tín hiệu tham chiếu giải điều chế (Demodulation Reference Signal - DMRS) tại đầu ăng-ten thu tại ký hiệu thứ 3 của mỗi khe thời gian;

aii) tạo dữ liệu DMRS tham khảo tương ứng do thiết bị người dùng (User equipment - UE) phát đi;

aiii) bóc tách dữ liệu mô hình kênh trên từng cụm sóng mang con tại vị trí ký hiệu thứ 3 của mỗi khe thời gian;

b) ước lượng nhiễu tác động trên từng cụm sóng mang con trên từng khe thời gian trong đó quá trình ước lượng nhiễu được thực hiện theo công thức (1) sau đây:

$$\mathbf{Noise}(w,s) = \mathbf{rxDMRS}(w,s) \times \mathbf{refDMRS}(w,s)^H - \mathbf{hDMRS}(w,s) \quad (1)$$

trong đó:

- $\mathbf{hDMRS}(w,s)$  là vectơ ma trận kênh truyền tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  của vị trí dữ liệu DMRS có kích thước  $(N_{RX} \times N_w)$ ;
- $\mathbf{rxDMRS}(w,s)$  là vectơ dữ liệu DMRS thu được tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  có kích thước  $(N_{RX} \times N_w)$ ;
- $\mathbf{refDMRS}(sc,s)$  là vectơ dữ liệu DMRS đã biết trước tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$  có kích thước  $(N_{TX} \times 1)$ ;
- $\mathbf{Noise}(w,s)$  là vectơ ma trận nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ ;
- $N_{RX}$  là số ăng-ten thu;
- $N_w$  là số sóng mang con tại mỗi cụm được xét,  $N_w \in \{3, 6\}$  phụ thuộc loại điều chế QPSK (Quadrature Phase Shift Keying – điều chế khóa dịch pha vuông góc), QAM16 (Quadrature Amplitude Modulation – điều chế biên độ vuông góc) và QAM64 lần lượt là 6, 3 và 3 sóng mang/cụm; và
- $s$  là chỉ số khe thời gian,  $s \in \{0, 1\}$ ;

c) ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu, kết hợp hai khe thời gian trên cùng một khung thời gian con, bao gồm:

ci) ước lượng ma trận hiệp phương sai của nhiễu trên từng cụm sóng mang con của mỗi khe thời gian theo công thức (2) sau đây trong đó sử dụng ma trận nhiễu ước lượng được ở bước b) để tìm ra ma trận hiệp phương sai của nhiễu:

$$\mathbf{convNoise}(w,s) = \frac{\mathbf{Noise}(w,s) \times \mathbf{Noise}(w,s)^H}{N_w} \quad (2)$$

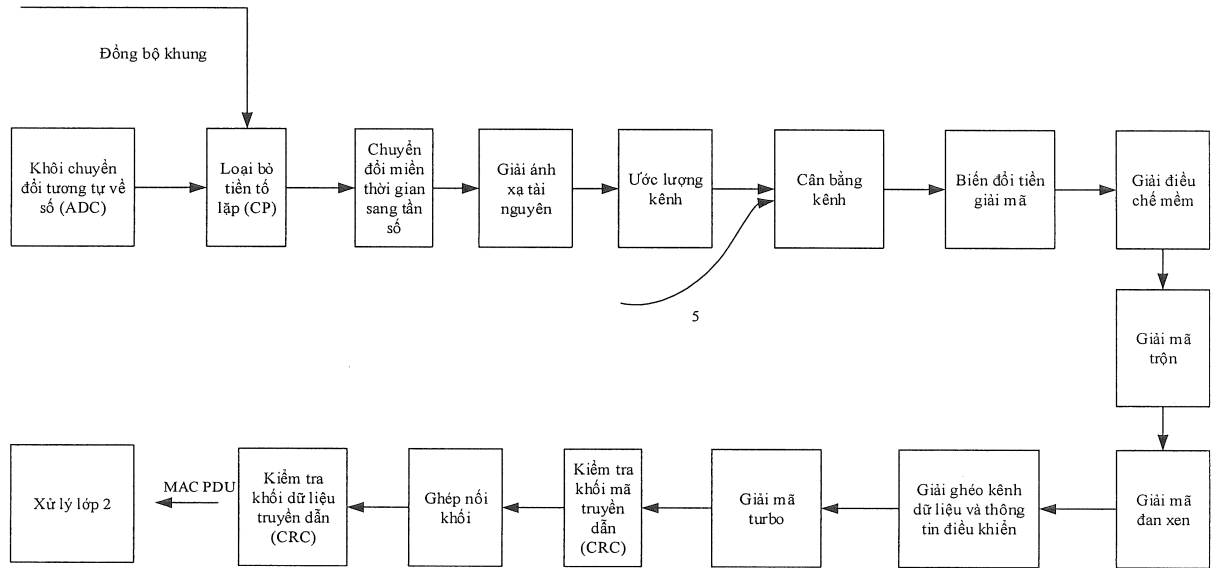
trong đó,  $\mathbf{convNoise}(w, s)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và khe thời gian thứ  $s$ , có kích thước  $(N_{RX} \times N_{RX})$ ;

cii) ước lượng ma trận hiệp phương sai kết hợp của khung thời gian con thứ  $k$  theo công thức (3) sau đây:

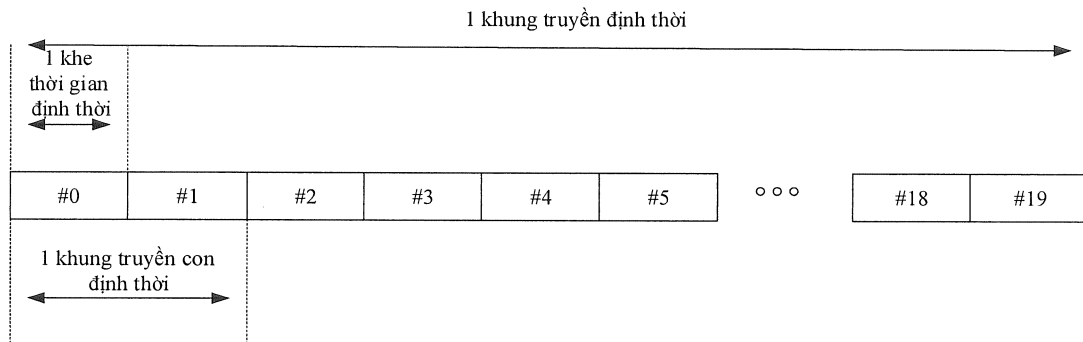
$$\mathbf{cNoise}(w,k) = \frac{1}{2} \sum_{s=0}^1 \mathbf{convNoise}(w, s) \quad (3)$$

trong đó:

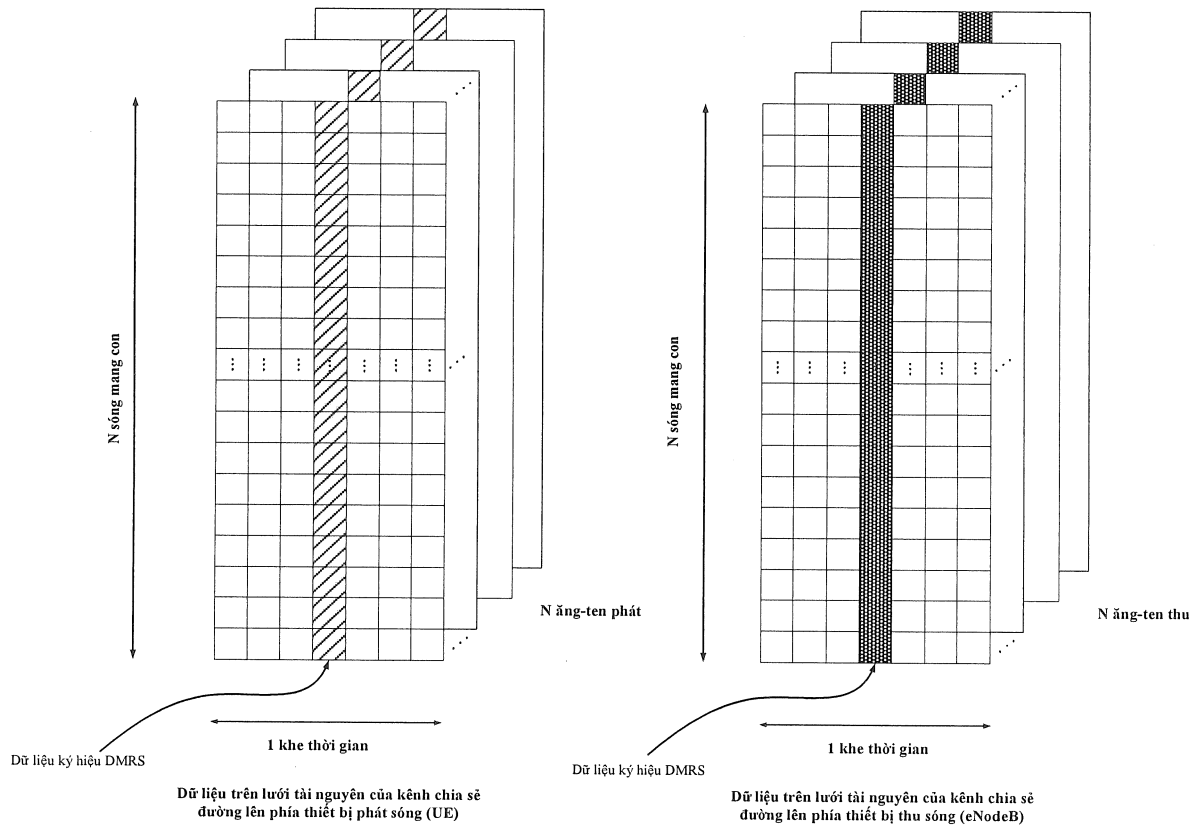
- $\mathbf{cNoise}(w,k)$  là vector ma trận hiệp phương sai của nhiễu tại cụm sóng mang con thứ  $w$  và  $s$ , có kích thước  $(N_{RX} \times N_{RX})$ ; và
- $k$  là chỉ số khung thời gian con (subframe).



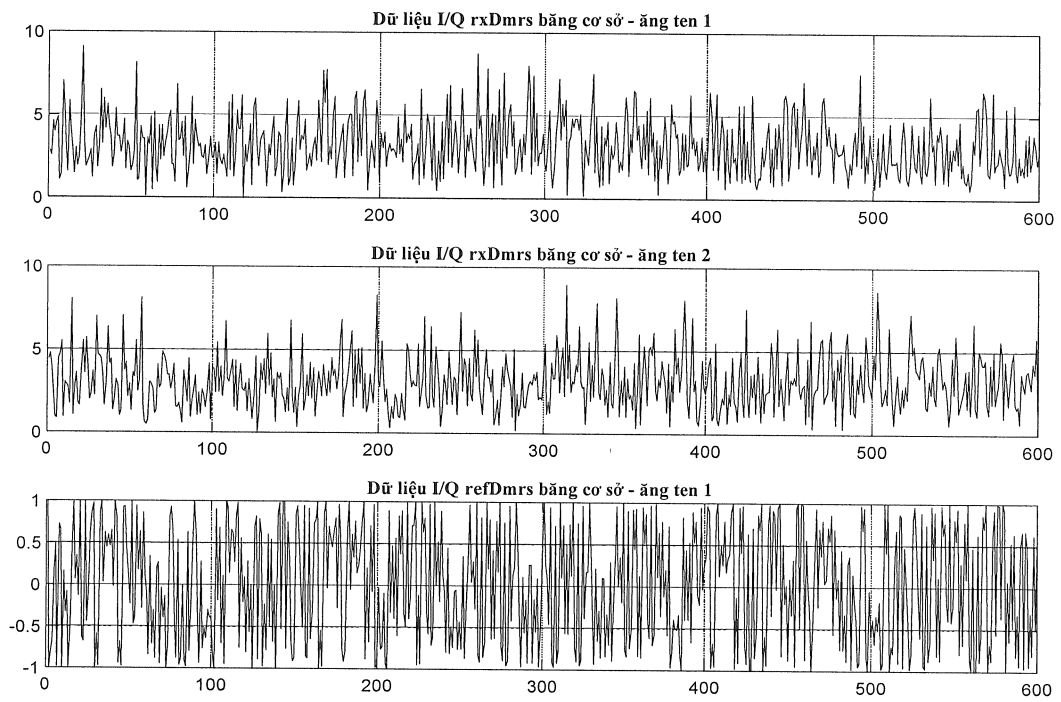
Hình 1



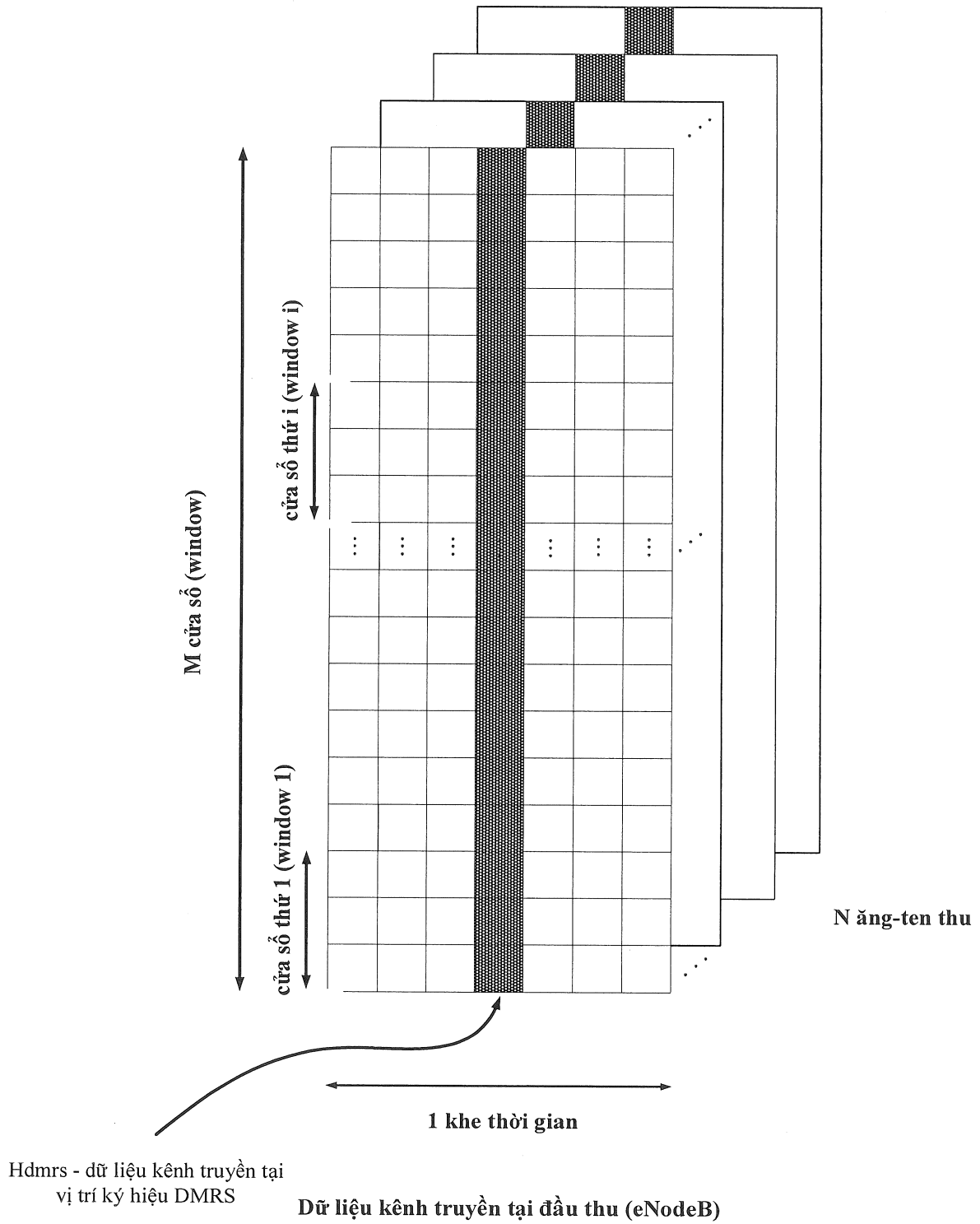
Hình 2



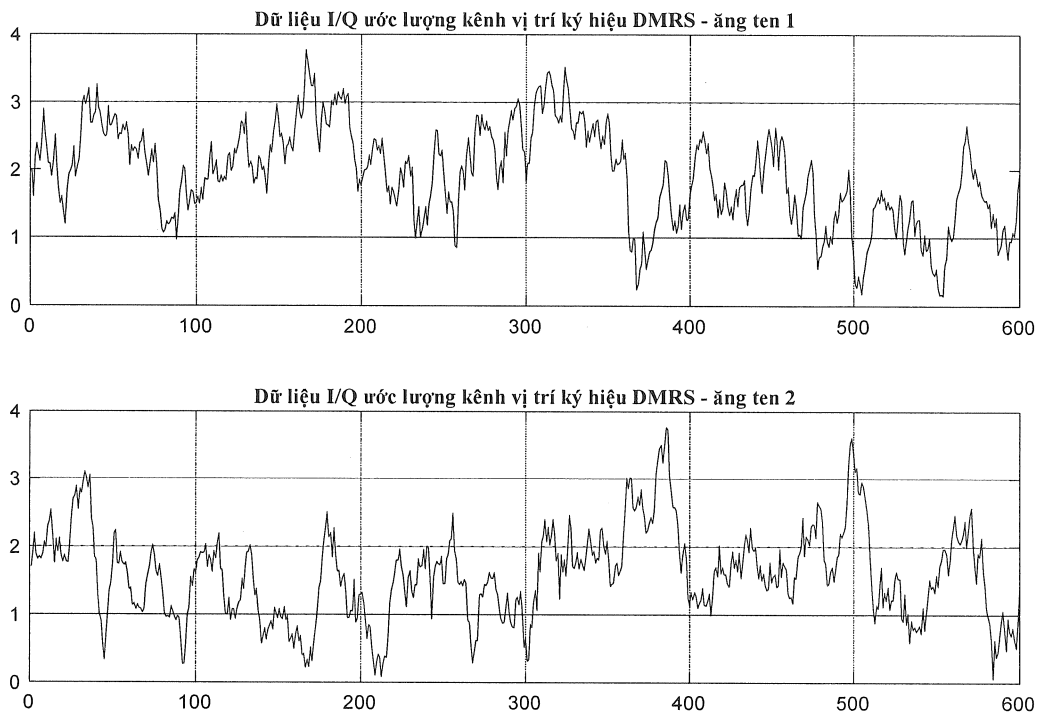
Hình 3



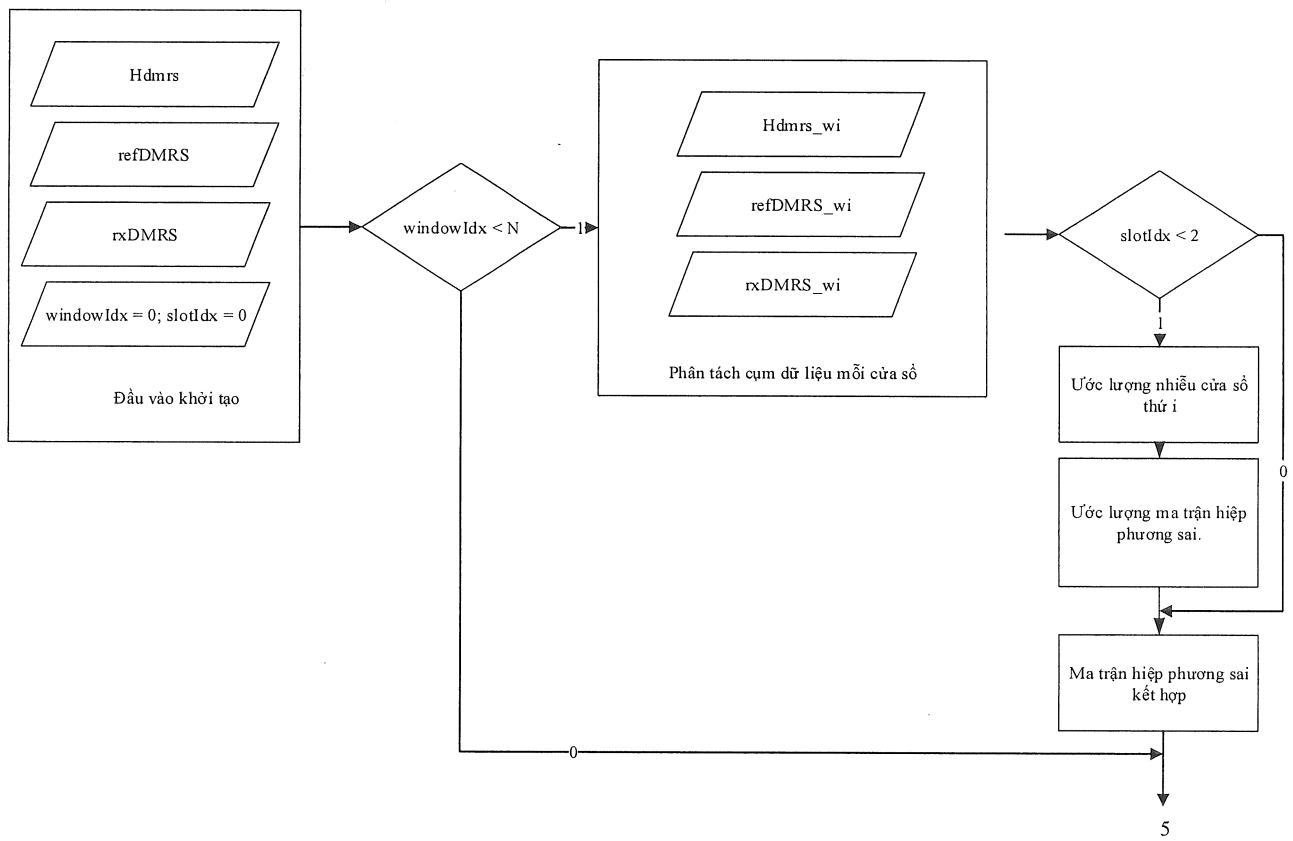
Hình 4



Hình 5



Hình 6



Hình 7