



(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)



1-0028844

(51)⁷ H04L 7/00; G01S 7/40

(13) B

(21) 1-2018-05364

(22) 29/11/2018

(45) 25/07/2021 400

(43) 25/02/2019 371A

(73) Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân Đội (VN)

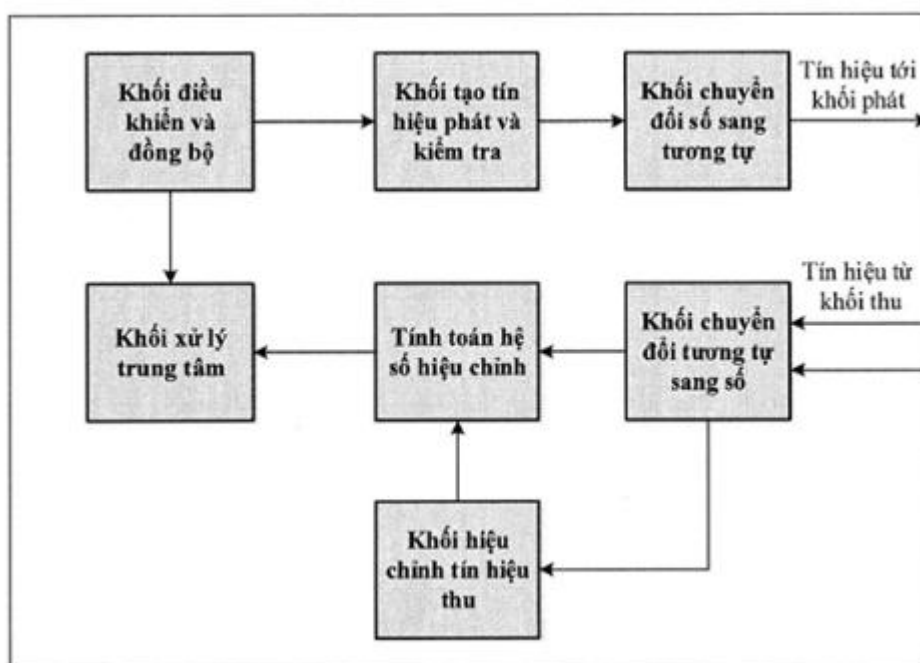
Số 1 đường Trần Hữu Dực, phường Mỹ Đình 2, quận Nam Từ Liêm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Như Thành (VN); Đồng Xuân Hoàng (VN); Nguyễn Mạnh Tuấn (VN);
Nguyễn Mạnh Thắng (VN); Nguyễn Bá Dương (VN).

(74) Công ty TNHH Tư vấn Quốc Dân (NACI CO., LTD)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỒNG BỘ MÁY THU ĐA KÊNH THEO THỜI GIAN THỰC

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực. Hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực đảm bảo hiệu chỉnh hàm truyền đạt của các kênh thu của máy thu đa kênh theo một hàm thống nhất. Các bước cơ bản của phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm: bước 1: tạo tín hiệu kiểm tra; bước 2: tính toán hệ số hiệu chỉnh; bước 3: hiệu chỉnh tín hiệu thu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực. Hệ thống và phương pháp được ứng dụng trong lĩnh vực xử lý tín hiệu, đồng bộ và củng cố chất lượng tín hiệu thu phát.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Hiện nay, các công nghệ máy thu đa kênh được áp dụng rất phổ biến trong các hệ thống vô tuyến đặc biệt là hệ thống radar. Công nghệ máy thu đa kênh cho phép áp dụng các kỹ thuật xử lý hiện đại điển hình như: kỹ thuật quét búp sóng, kỹ thuật phân tập theo không gian.

Trong các hệ thống vô tuyến đa kênh, các tín hiệu vô tuyến thu được từ các ăng ten khác nhau được đưa qua các kênh của máy thu đa kênh. Các tín hiệu này được lọc, khuếch đại, trộn tần về thị tần hoặc trung tần. Tầng xử lý tín hiệu thu nhận các tín hiệu từ các kênh thu thực hiện các thuật toán xử lý kết hợp các tín hiệu để tính toán ra các thông tin cần thiết.

Để đảm bảo độ chính xác cho các kỹ thuật trên, các kênh thu của máy thu đa kênh cần đảm bảo đồng bộ về đáp ứng pha – biên độ để không làm biến đổi tương quan của các tín hiệu thu từ không gian. Tuy nhiên, các linh kiện cao tần thụ động luôn bị biến đổi đặc tính pha – biên độ khi có sự thay đổi về điều kiện hoạt động như tần số, nhiệt độ, mức công suất đầu vào. Đối với các hệ thống trước đây, quá trình đồng bộ pha biên độ giữa các kênh máy thu được thực hiện lúc xuất xưởng do đó trong quá trình hoạt động dẫn đến sai số và phải thực hiện quá trình hiệu chuẩn định kỳ.

Một số hệ thống máy thu hiện đại có sử dụng phương pháp điều chỉnh đặc tuyến pha biên độ bằng cách sử dụng các thiết bị xoay pha, suy hao số kết hợp với các thiết bị giám sát. Giá trị pha-biên độ được điều khiển tương ứng với giá trị thay đổi của môi trường đảm bảo quá trình đồng bộ giữa các kênh thu. Tuy nhiên, giải pháp này đòi hỏi chi

phí cao cho các thiết bị điều khiển, giám sát và tốn nhiều thời gian cho quá trình đo đạc xuất xưởng thực hiện theo tất cả các trường hợp có thể xảy ra trong quá trình hoạt động.

Để khắc phục những hạn chế trên, nhóm tác giả đã đề xuất một hệ thống và phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực cho phép quá trình đồng bộ pha–biên độ giữa các kênh thu theo thời gian thực mà không cần các bộ xoay pha, suy hao số, do đó giảm chi phí và giảm thiểu quá trình đo đạc xuất xưởng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích thứ nhất của sáng chế là đề xuất hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực. Hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm các khối: khối xử lý tín hiệu; khối thu đa kênh; khối phát; khối trích mẫu tín hiệu; khối chia; khối chuyển mạch thu phát; khối ăng ten.

Hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực đảm bảo hiệu chỉnh hàm truyền đạt của các kênh thu của máy thu đa kênh theo một hàm thống nhất. Hệ thống này giúp giữ nguyên các đặc tính pha–biên độ của tín hiệu từ đầu vào máy thu, đảm bảo độ chính xác và hiệu quả cao khi áp dụng các thuật toán tổ hợp tín hiệu theo không gian. Thời gian đáp ứng của việc đồng bộ pha–biên độ của các kênh thu trong máy thu đa kênh được thực hiện theo thời gian thực, trong một chu kỳ lặp xung (khoảng 1ms), đáp ứng nhanh và tức thời theo sự thay đổi của các yếu tố bên trong và bên ngoài.

Mục đích thứ hai của sáng chế là đề xuất phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực. Phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm các bước thực hiện: bước 1: tạo tín hiệu kiểm tra; bước 2: tính toán hệ số hiệu chỉnh; bước 3: hiệu chỉnh tín hiệu thu.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là hình vẽ minh họa hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực;

Hình 2 là hình vẽ thể hiện đồ thị thời gian tín hiệu trong hệ thống radar xung thông thường;

Hình 3 là hình vẽ thể hiện đồ thị thời gian tín hiệu trong hệ thống radar xung có sử dụng giải pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực;

Hình 4 là hình vẽ thể hiện đồ thị thời gian biểu diễn trạng thái chuyển mạch đầu ra của khối phát của hệ thống radar xung có sử dụng giải pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực;

Hình 5 là hình vẽ thể hiện các bước thực hiện của phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực;

Hình 6 là hình vẽ thể hiện sơ đồ khối các bước thực hiện của khối xử lý tín hiệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần sau đây sẽ mô tả chi tiết hệ thống và phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực được đề xuất dựa trên nội dung diễn giải và hình vẽ kèm theo.

Theo một khía cạnh của sáng chế, phần mô tả hệ thống và phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực sau đây được cụ thể hóa thông qua việc ứng dụng cho máy thu hai kênh, sau đây lần lượt gọi là kênh thu thứ nhất (kênh 1), kênh thu thứ hai (kênh 2).

Theo một phương án thực hiện, sáng chế đề xuất hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm: khối xử lý tín hiệu; khối thu đa kênh; khối phát; khối trích mẫu tín hiệu; khối chia; khối chuyển mạch thu phát; khối ăng ten. Tại mỗi khối khác biệt ở chỗ:

Khối xử lý tín hiệu thực hiện tạo tín hiệu kiểm tra và tín hiệu phát ở trung tần, thu tính toán hệ số hiệu chỉnh cho các kênh thu, nhân trọng số hiệu chỉnh với tín hiệu thu.

Khối xử lý tín hiệu bao gồm các khối con: khối điều khiển và đồng bộ, khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra, khối chuyển đổi số sang tương tự, khối xử lý trung tâm, khối tính toán hệ số hiệu chỉnh, khối chuyển đổi tương tự sang số, khối hiệu chỉnh tín hiệu thu. Trong đó:

Khối điều khiển và đồng bộ thực hiện các chức năng tạo tín hiệu đồng bộ xung nhịp, tín hiệu đồng bộ thời gian cung cấp cho khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra và khối xử lý trung tâm.

Khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra tạo tín hiệu phát và kiểm tra dạng số đảm bảo thời gian. Tham chiếu Hình 3, trong đó tại khoảng thời gian “cal1, cal2, ...” tín hiệu kiểm tra được phát đi để tạo tín hiệu cho mục đích hiệu chỉnh, khoảng thời gian “tx1, tx2, ...” tín hiệu phát được phát đi để tạo tín hiệu thăm dò phát ra không gian.

Khối chuyển đổi số sang tương tự thực hiện chức năng chuyển tín hiệu số sang tương tự ở tần số trung tần để đưa tới khối phát. Khối chuyển đổi số sang tương tự thông thường được thực hiện bằng các bộ DAC (Digital to Analog Converter).

Khối chuyển đổi tương tự sang số có chức năng số hóa tín hiệu từ các kênh thu đưa tín hiệu đồng thời tới khối hiệu chỉnh tín hiệu thu và khối tính toán hệ số hiệu chỉnh.

Khối tính toán hệ số hiệu chỉnh thực hiện tính toán tín hiệu trong khoảng thời gian “0” (chuyển mạch hiệu chuẩn) để đưa ra các hệ số hiệu chỉnh.

Khối hiệu chỉnh tín hiệu thu thực hiện hiệu chỉnh tín hiệu thu sử dụng các hệ số hiệu chỉnh từ khối tính toán hệ số hiệu chỉnh.

Khối xử lý trung tâm có tác dụng tiếp nhận các tín hiệu sau khi đã được hiệu chỉnh thực hiện các thuật toán xử lý biến đổi để đưa ra các thông tin cần thiết.

Khối thu đa kênh thực hiện lọc, khuếch đại và trộn tín hiệu về trung tần trên các kênh trong đó số lượng kênh thu bằng với số lượng phần tử ăng ten. Các chức năng lọc, khuếch đại và trộn tín hiệu về trung tần trên từng kênh thực hiện chức năng như các máy thu đơn kênh thông thường.

Khối phát thực hiện trộn tín hiệu trung tần lên tín hiệu cao tần, khuếch đại và lọc tín hiệu.

Khối trích mẫu tín hiệu bao gồm các cổng vào ra, trong đó:

Cổng 1 là cổng thu đầu vào số 1 có tác dụng nhận tín hiệu kênh thu thứ nhất từ khối chuyển mạch thu phát.

Cổng 2 là cổng thu đầu vào số 2 có tác dụng nhận tín hiệu kênh thu thứ hai từ khối chuyển mạch thu phát.

Cổng 3 là cổng tín hiệu đầu ra kênh thu thứ nhất ứng với tín hiệu đầu vào cổng 1.

Cổng 4 là cổng tín hiệu đầu ra kênh thu thứ hai ứng với tín hiệu đầu vào cổng 2. Tín hiệu từ cổng 1 đến cổng 3 và cổng 2 đến cổng 4 có hệ số suy hao thấp và có đặc tuyến pha bằng nhau.

Cổng 5 là cổng tín hiệu kiểm tra đầu vào, có tác dụng đưa tín hiệu tới cổng 3 và cổng 5 có hệ số suy hao công suất bằng nhau và đặc tuyến pha bằng nhau.

Khối phát bao gồm hai cổng đầu ra, trong đó:

Cổng 6 là cổng tín hiệu phát kiểm tra nối đến khối trích mẫu tín hiệu có tác dụng tạo tín hiệu kiểm tra.

Cổng 7 là cổng tín hiệu phát nối tới khối chia để tạo tín hiệu phát thăm dò ra không gian.

Khối trích mẫu tín hiệu thực hiện truyền tín hiệu kiểm tra từ khối phát (vào cổng 5) đi đến hai cổng đầu ra (cổng 3, cổng 4) trong thời gian hiệu chuẩn và truyền tín hiệu từ cổng 1 sang cổng 3, cổng 2 sang cổng 4 trong thời gian thu.

Khối chia thực hiện chia tín hiệu từ một nguồn phát thành nhiều nguồn.

Khối chuyển mạch thu phát bao gồm nhiều kênh chuyển mạch thu phát, số kênh chuyển mạch bằng số kênh thu-phát. Mỗi kênh chuyển mạch thu phát có chức năng cho tín hiệu đi theo một chiều trong đó tín hiệu thu từ ăng ten đi theo chiều tới khối trích mẫu tín hiệu, tín hiệu từ khối chia ở kênh phát đi đến khối ăng ten, tín hiệu từ khối trích mẫu tín hiệu qua khối chuyển mạch thu phát đưa vào tải suy hao.

Khối ăng ten bao gồm nhiều phần tử ăng ten, số phần tử ăng ten bằng số kênh thu-phát. Khối ăng ten có tác dụng bức xạ và thu các sóng điện từ trong không gian.

Theo phương án thực hiện sáng chế thứ hai, sáng chế đề xuất phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực. Bản chất của phương pháp là thực hiện việc đo đặc đặc tuyến pha-biên độ giữa các kênh thu tại phần đầu của chu kỳ xung, sau đó các hệ số này được thực hiện nhân với các tín hiệu thu được trong phần thời gian thu. Các hệ số nhân trong phần thu của từng kênh thu có giá trị bằng giá trị nghịch đảo với giá trị đo được trong kênh tương ứng. Tham chiếu Hình 5, phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm các bước: bước 1: tạo tín hiệu kiểm tra; bước 2: tính toán hệ số hiệu chỉnh; bước 3: hiệu chỉnh tín hiệu thu.

Bước 1: tạo tín hiệu kiểm tra;

Đối với các đài radar xung thông thường, đồ thị biểu diễn tín hiệu thăm dò (tx1, tx2, tx3, ...) và thu từ mục tiêu (rx1, rx2, rx3, ...) theo Hình 2. Đài radar áp dụng phương pháp của sáng chế, tín hiệu kiểm tra được tạo tại đầu mỗi xung phát (cal1, cal2, cal3, ...), sau đó một khoảng thời gian tín hiệu thăm dò được phát đi.

Tín hiệu kiểm tra được tạo từ khối xử lý tín hiệu ở dạng trung tần (hoặc thị tần). Trong đó khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra thực hiện tạo ra tín hiệu ở dạng số, khối chuyển đổi số sang tương tự chuyển tín hiệu sang dạng đầu ra tương tự. Tín hiệu kiểm tra sau khối xử lý tín hiệu được đưa tới khối phát để trộn tín hiệu lên cao tần. Trong thời gian phát tín hiệu kiểm tra chuyển mạch đầu ra khối phát ở trạng thái “chuyển mạch hiệu chuẩn” (tham chiếu Hình 4), tín hiệu kiểm tra từ cổng 6 của khối phát qua khối trích mẫu tín hiệu (cổng 5) để đưa tới hai kênh thu: kênh thu thứ nhất (cổng 3) và kênh thu thứ hai (cổng 4). Tín hiệu kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai sau đó qua khối thu đa kênh đến khối xử lý tín hiệu.

Tín hiệu kiểm tra là tín hiệu xung đơn giản không có điều chế, chiều dài của tín hiệu kiểm tra ($T_{\text{kiểm tra}}$) đảm bảo theo công thức:

$$T_{\text{kiểm tra}} \geq \frac{1}{B} \quad (1)$$

Trong đó B là băng thông kết hợp của tuyến phát và tuyến thu, hay băng thông tức thời trong hệ thống radar. Khoảng thời gian bảo vệ giữa tín hiệu đồng bộ và tín hiệu phát được thiết kế lớn hơn thời gian trễ của hệ thống phát và hệ thống thu. Khoảng thời gian bảo vệ đảm bảo tín hiệu kiểm tra khi đi qua hệ thống phát, hệ thống thu, hệ thống xử lý không chồng lên thời gian phát tín hiệu.

Bước 2: tính toán hệ số hiệu chỉnh;

Tín hiệu từ cổng 6 của khối phát đi đến cổng 5 của khối trích mẫu tín hiệu (tham chiếu Hình 1) được chia đều tới hai cổng đầu ra khối trích mẫu tín hiệu (cổng 3 và cổng 4). Khối trích mẫu tín hiệu được thiết kế dạng mạch thụ động, tín hiệu kiểm tra được truyền từ khối phát (vào cổng 5) đi đến hai cổng đầu ra (cổng 3, cổng 4) trong thời gian hiệu chuẩn và truyền tín hiệu từ cổng 1 sang cổng 3, cổng 2 sang cổng 4 trong thời gian thu. Tín hiệu là các đường mạch thẳng, đảm bảo không thay đổi về biên độ, biến đổi pha bằng nhau. Tín hiệu từ cổng 5 đi ra cổng 3 và cổng 4 có công suất và pha đều nhau và có hệ số suy hao lớn để đảm bảo không ảnh hưởng đến đường truyền thẳng.

Trong thời gian đầu của chu kỳ xung tín hiệu đầu ra kênh thu thứ nhất, kênh thu thứ hai của khối trích mẫu tín hiệu chỉ có tín hiệu hiệu chuẩn từ khối phát. Các tín hiệu này đi tới máy thu đa kênh được thực hiện lọc, khuếch đại, trộn tần xuống tín hiệu trung tần. Quá trình biến đổi này được biểu diễn theo biểu thức:

$$y_1(t) = x_1(t) * h_1(t, f, T) \quad (2)$$

$$y_2(t) = x_2(t) * h_2(t, f, T) \quad (3)$$

Trong đó $y_1(t)$, $y_2(t)$ là tín hiệu đầu ra kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai của máy thu; $x_1(t)$, $x_2(t)$ là tín hiệu đầu vào kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai của máy thu; $h_1(t, f, T)$, $h_2(t, f, T)$ là hàm truyền đạt của kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai của máy thu; t – biến thời gian, f - biến tần số, T - biến nhiệt độ; “*” là phép nhân tích chập.

Khối xử lý tín hiệu thực hiện số hóa tín hiệu tại trung tần bằng khối chuyển đổi tương tự sang số, tính toán độ lệch về biên độ, pha của tín hiệu thu hiệu chuẩn tại các

kênh thu (trong trường hợp ở Hình 1 là 2 kênh thu). Sau khi số hóa tín hiệu tại hai kênh thu có dạng:

$$z_1(n) = y_1(n.T_s) \quad (4)$$

$$z_2(n) = y_2(n.T_s) \quad (5)$$

Trong đó T_s là chu kỳ lấy mẫu bằng nghịch đảo của tần số lấy mẫu tín hiệu, n là biến đếm; $z_1(n)$ và $z_2(n)$ lần lượt là tín hiệu kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai sau khi số hóa tại khoảng thời gian hiệu chuẩn (khoảng thời gian “0” theo Hình 4); “.” là phép nhân thường.

Trong khoảng thời gian ngắn (khoảng 1ms - tương đương một chu kỳ xung tín hiệu radar), các tham số f - tần số, T -nhiệt độ trong công thức số (2), (3) là không đổi, t -thời gian rất nhỏ có thể coi kênh truyền là tuyến tính và do đó các hàm truyền đạt $h_1(t, f, T)$, $h_2(t, f, T)$ được biểu diễn dạng hệ số phức:

$$h_1(t, f, T) = (a_1 + jb_1).h(t) \quad (6)$$

$$h_2(t, f, T) = (a_2 + jb_2).h(t) \quad (7)$$

Trong đó $j = \sqrt{-1}$, a_1 là phần thực của hàm truyền đạt h_1 , b_1 là phần ảo của hàm truyền đạt h_1 , a_2 là phần thực của hàm truyền đạt h_2 , b_2 là phần ảo của hàm truyền đạt h_2 .

Từ đó ta có:

$$z_1(n) = (a_1 + jb_1).x_1(n.T_s) * h(n.T_s) \quad (8)$$

$$z_2(n) = (a_2 + jb_2).x_2(n.T_s) * h(n.T_s) \quad (9)$$

Do tín hiệu đầu ra theo cổng 3, cổng 4 của khối trích mẫu tín hiệu bằng nhau $x_1(n.T_s) \approx x_2(n.T_s)$ nên ta có hệ số hiệu chỉnh giữa hai tín hiệu trong hệ thống xử lý tín hiệu lấy tại thời điểm $t_0 = n_0.T_s$ (thời điểm có tín hiệu hiệu chuẩn) tương đương với hệ số chia đặc tính truyền của hai kênh truyền:

$$k = \frac{z_1(n)}{z_2(n)} \approx \frac{(a_1 + jb_1)}{(a_2 + jb_2)} \quad (10)$$

Kết quả đầu ra của bước 2 là sự khác nhau về đặc tuyến của hai đầu vào trung tần và bằng với sự khác nhau về đặc tuyến của hai kênh thu của máy thu đa kênh.

Bước 3: hiệu chỉnh tín hiệu thu;

Bước hiệu chỉnh tín hiệu thu được thực hiện ở khối xử lý tín hiệu, và xử lý trong khoảng thời gian thu tín hiệu từ không gian. Tín hiệu thu từ khối ăng ten trên kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai đi qua khối chuyển mạch thu phát, khối trích mẫu tín hiệu và khối thu đa kênh đi tới khối xử lý tín hiệu; các tín hiệu thu được thực hiện hiệu chỉnh bằng các hệ số từ bước tính toán hệ số hiệu chỉnh; các tín hiệu sau hiệu chỉnh được xử lý và tính toán ra các thông tin cần thiết.

Trong khoảng thời gian này chuyển mạch đầu ra khối phát đưa tín hiệu ra cổng 2 (tham chiếu Hình 1), tín hiệu đầu ra cổng 1 ngắt. Tín hiệu đầu ra khối trích mẫu và khối máy thu đa kênh là tín hiệu thu được từ không gian. Tín hiệu thu sau khi số hóa bằng khối chuyển đổi tương tự sang số ở khối xử lý tín hiệu được biểu diễn:

$$z'_1(n) = x'_1(n.T_s) * h_1(n.T_s) \quad (11)$$

$$z'_2(n) = x'_2(n.T_s) * h_2(n.T_s) \quad (12)$$

Trong đó $z'_1(n)$ và $z'_2(n)$ lần lượt là tín hiệu thu tại kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai sau số hóa tại khoảng thời gian phát (khoảng thời gian “1” – Hình 4).

Tín hiệu thu được hiệu chỉnh bằng cách nhân tín hiệu kênh thu thứ hai với hệ số k tính được trong bước 2.

$$z''_1(n) = z'_1(n) \quad (13)$$

$$z''_2(n) = z'_2(n).k \quad (14)$$

Trong đó $z''_1(n)$ và $z''_2(n)$ lần lượt là tín hiệu thu sau hiệu chỉnh.

Từ công thức (12), (13) ta có:

$$z''_2(n) = x'_2(n.T_s) \cdot \frac{a_1 + jb_1}{(a_2 + jb_2)} \cdot (a_2 + jb_2) * h(n.T_s)$$

$$z_2''(n) = x_2'(n.T_s). (a_1 + jb_1) * h(n.T_s) \quad (15)$$

Từ các công thức (11), (13), (15) ta có tín hiệu đầu ra các kênh thu sau hiệu chỉnh được biểu diễn:

$$z_1''(n) = x_1'(n.T_s) * h_1(n) \quad (16)$$

$$z_2''(n) = x_2'(n.T_s) * h_1(n) \quad (17)$$

Như vậy các kênh khác nhau của máy thu đa kênh được đồng bộ theo một hàm truyền đạt chung của kênh số 1 là $h_1(n)$.

Các sơ đồ và công thức trên biểu diễn cho trường hợp cụ thể máy thu gồm hai kênh thu. Với trường hợp số kênh thu lớn hơn hai, các hệ số hiệu chỉnh của từng kênh được thực hiện tính toán giữa từng kênh thu so với kênh thu thứ nhất (tương tự như kênh thu thứ hai so với kênh thu thứ nhất theo các công thức và hình vẽ đã nêu ở trên).

Phương pháp đề xuất được thực hiện trên từng chu kỳ lặp xung, các bước của phương pháp được thực hiện lặp lại khi bắt đầu một chu kỳ mới.

Hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực có hiệu quả trong việc đảm bảo sự đồng bộ về đặc tuyến pha và biên độ của các kênh thu trong máy thu đa kênh. Với khả năng đáp ứng trong thời gian thực, sáng chế đảm bảo quá trình đồng bộ tức thời với sự thay đổi các điều kiện hoạt động của máy thu.

Các mô hình minh họa trong mô tả của sáng chế được ứng dụng cụ thể cho hệ thống radar xung đa kênh, tuy nhiên với các ứng dụng khác nhau cần có sự thay đổi để đảm bảo đồng bộ về cấu trúc và thời gian.

Mô tả chi tiết về sáng chế này đã được trình bày cụ thể ở trên, tuy nhiên cũng cần hiểu rằng các mô tả được trình bày chỉ đơn thuần là hình mẫu của sáng chế, nó có thể được thể hiện dưới nhiều hình thức khác nhau. Vì thế, các chi tiết về chức năng cụ thể được trình bày dưới đây không được hiểu một cách hạn chế, chúng cũng chỉ là cơ sở cho những đề xuất khác.

Yêu cầu bảo hộ

1. Hệ thống đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực được cụ thể hóa thông qua việc ứng dụng cho máy thu hai kênh gồm kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai, hệ thống này bao gồm:

khối xử lý tín hiệu: thực hiện tạo tín hiệu kiểm tra và tín hiệu phát ở trung tần, thu tính toán hệ số hiệu chỉnh cho các kênh thu, nhân trọng số hiệu chỉnh với tín hiệu thu, sau đó đưa tín hiệu tới khối phát; khối này bao gồm:

khối điều khiển và đồng bộ: thực hiện các chức năng tạo tín hiệu đồng bộ xung nhịp, tín hiệu đồng bộ thời gian cung cấp cho khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra và khối xử lý trung tâm;

khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra: sau khi nhận tín hiệu đồng bộ xung nhịp từ khối điều khiển và đồng bộ, khối tạo tín hiệu phát và kiểm tra tạo tín hiệu phát và kiểm tra dạng số đảm bảo thời gian, trong đó sử dụng một khoảng thời gian được phát đi để tạo tín hiệu cho mục đích hiệu chỉnh, sử dụng một khoảng thời gian khác được phát đi để tạo tín hiệu thăm dò phát ra không gian; sau đó tín hiệu tiếp tục được đưa tới khối chuyển đổi số sang tương tự;

khối chuyển đổi số sang tương tự: thực hiện chức năng chuyển tín hiệu số sang tương tự ở tần số trung tần để đưa tới khối phát; khối chuyển đổi số sang tương tự thông thường được thực hiện bằng các bộ DAC;

khối xử lý trung tâm có tác dụng tiếp nhận các tín hiệu sau khi đã được đồng bộ tại khối điều khiển và đồng bộ hoặc đã được hiệu chỉnh từ khối tính toán hệ số hiệu chỉnh để thực hiện các thuật toán xử lý biến đổi để đưa ra các thông tin cần thiết;

khối tính toán hệ số hiệu chỉnh: thực hiện tính toán tín hiệu thu từ khối chuyển đổi tương tự sang số trong khoảng thời gian “0” để đưa ra các hệ số hiệu chỉnh để khối hiệu chỉnh tín hiệu thu thực hiện trong khoảng thời gian “1”; cụ thể khối tính toán hệ số hiệu chỉnh sẽ thực hiện các bước:

- lọc, khuếch đại, trộn tần xuống tín hiệu trung tần tại khối máy thu đa kênh, biểu diễn tín hiệu đầu ra các kênh thu theo hàm truyền đạt của các kênh thu;
- số hóa tín hiệu tại trung tần và tính toán độ lệch về biên độ, pha của tín hiệu thu hiệu chuẩn tại các kênh thu;
- tính toán hệ số hiệu chỉnh giữa hai tín hiệu trong hệ thống xử lý tín hiệu lấy tại thời điểm có tín hiệu hiệu chuẩn (t_0) tại khối xử lý tín hiệu:

$$k = \frac{z_1(n)}{z_2(n)} \approx \frac{(a_1 + jb_1)}{(a_2 + jb_2)}$$

trong đó:

k là hệ số hiệu chỉnh giữa hai tín hiệu trong hệ thống xử lý tín hiệu lấy tại thời điểm có tín hiệu hiệu chuẩn;

$z_1(n)$ và $z_2(n)$ lần lượt là tín hiệu kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai sau khi số hóa tại khoảng thời gian hiệu chuẩn;

$j = \sqrt{-1}$, a_1 là phần thực của hàm truyền đạt h_1 , b_1 là phần ảo của hàm truyền đạt h_1 , a_2 là phần thực của hàm truyền đạt h_2 , b_2 là phần ảo của hàm truyền đạt h_2 ;

khoảng thời gian “0” là khoảng thời gian chuyển mạch hiệu chuẩn, hay là thời gian hiệu chuẩn;

khoảng thời gian “1” là khoảng thời gian chuyển mạch phát, hay là thời gian phát – thu tín hiệu;

khối chuyển đổi tương tự sang số: có chức năng số hóa tín hiệu từ các kênh thu, đưa tín hiệu đồng thời tới khối hiệu chỉnh tín hiệu thu và khối tính toán hệ số hiệu chỉnh;

khối hiệu chỉnh tín hiệu thu: thực hiện hiệu chỉnh tín hiệu thu sử dụng các hệ số hiệu chỉnh (hệ số k) từ khối tính toán hệ số hiệu chỉnh rồi đưa tín hiệu trở lại khối tính toán hệ số hiệu chỉnh;

khối phát sau khi nhận tín hiệu đã được xử lý từ khối xử lý tín hiệu, thực hiện trộn tín hiệu trung tần lên tín hiệu cao tần, khuếch đại và lọc tín hiệu; sau đó, khối phát sử dụng cổng tín hiệu phát kiểm tra nối đến khối trích mẫu tín hiệu để tạo tín hiệu kiểm tra, đồng thời, khối phát còn sử dụng cổng tín hiệu phát nối tới khối chia để tạo tín hiệu phát thăm dò ra không gian;

khối trích mẫu tín hiệu, thực hiện truyền tín hiệu kiểm tra từ khối phát vào cổng tín hiệu kiểm tra đầu vào đi đến hai cổng đầu ra (cổng tín hiệu đầu ra kênh thứ nhất, cổng tín hiệu đầu ra kênh thứ hai) trong thời gian hiệu chuẩn và truyền tín hiệu từ cổng thu đầu vào thứ nhất sang cổng tín hiệu đầu ra kênh thứ nhất, từ cổng thu đầu vào thứ hai sang cổng tín hiệu đầu ra kênh thứ hai trong thời gian thu; trong đó:

kênh thứ nhất là kênh xử lý tín hiệu cho kênh thu thứ nhất;

kênh thứ hai là kênh xử lý tín hiệu cho kênh thu thứ hai;

khối chia, thực hiện chia tín hiệu nhận được từ khối phát từ một nguồn phát thành nhiều nguồn, sau đó chuyển tín hiệu từ các nguồn này đến khối chuyển mạch thu phát;

khối chuyển mạch thu phát, bao gồm nhiều kênh chuyển mạch thu phát, số kênh chuyển mạch bằng số kênh thu-phát; mỗi kênh chuyển mạch thu phát có chức năng cho tín hiệu đi theo một chiều, trong đó: tín hiệu thu từ khối ăng ten đi theo chiều tới khối trích mẫu tín hiệu, tín hiệu từ khối chia ở kênh phát đi đến khối ăng ten, tín hiệu từ khối trích mẫu tín hiệu qua khối chuyển mạch thu phát đưa vào tải suy hao;

khối ăng ten, bao gồm nhiều phần tử ăng ten, số phần tử ăng ten bằng số kênh thu phát; khối ăng ten có tác dụng bức xạ và thu các sóng điện từ trong không gian;

khối thu đa kênh nhận tín hiệu từ khối trích mẫu tín hiệu, sau đó thực hiện lọc, khuếch đại và trộn tín hiệu về trung tần trên các kênh, trong đó số lượng kênh thu bằng với số lượng phần tử ăng ten; rồi tiếp tục đưa tín hiệu về khối xử lý tín hiệu.

2. Phương pháp đồng bộ máy thu đa kênh theo thời gian thực bao gồm:

bước 1: tạo tín hiệu kiểm tra tại mỗi đầu xung phát sau một khoảng thời gian tín hiệu thăm dò được phát đi, tín hiệu kiểm tra đảm bảo theo công thức:

$$T_{\text{kiểm tra}} \geq \frac{1}{B}$$

trong đó:

$T_{\text{kiểm tra}}$ là thời gian phát xung kiểm tra,

B là băng thông của kênh thu.

tại bước này, tín hiệu được tạo từ khối xử lý tín hiệu ở tần số trung tần; khối phát thực hiện đưa tín hiệu lên cao tần; tín hiệu từ khối phát qua khối trích mẫu tín hiệu đưa tới khối thu đa kênh; tín hiệu sau khối thu đa kênh đi tới khối xử lý tín hiệu và tiếp tục được xử lý ở bước 2;

bước 2: tính toán hệ số hiệu chỉnh; bao gồm các bước nhỏ sau:

lọc, khuếch đại, trộn tần xuống tín hiệu trung tần tại khối máy thu đa kênh, biểu diễn tín hiệu đầu ra các kênh thu theo hàm truyền đạt của các kênh thu;

số hóa tín hiệu tại trung tần, tính toán độ lệch về biên độ, pha của tín hiệu thu hiệu chuẩn tại các kênh thu;

tính toán hệ số hiệu chỉnh giữa hai tín hiệu trong hệ thống xử lý tín hiệu lấy tại thời điểm có tín hiệu hiệu chuẩn (t_0) tại khối xử lý tín hiệu:

$$k = \frac{z_1(n)}{z_2(n)} \approx \frac{(a_1 + jb_1)}{(a_2 + jb_2)}$$

trong đó:

k là hệ số hiệu chỉnh giữa hai tín hiệu trong hệ thống xử lý tín hiệu lấy tại thời điểm có tín hiệu hiệu chuẩn;

$z_1(n)$ và $z_2(n)$ lần lượt là tín hiệu kênh thu thứ nhất và kênh thu thứ hai sau khi số hóa tại khoảng thời gian hiệu chuẩn;

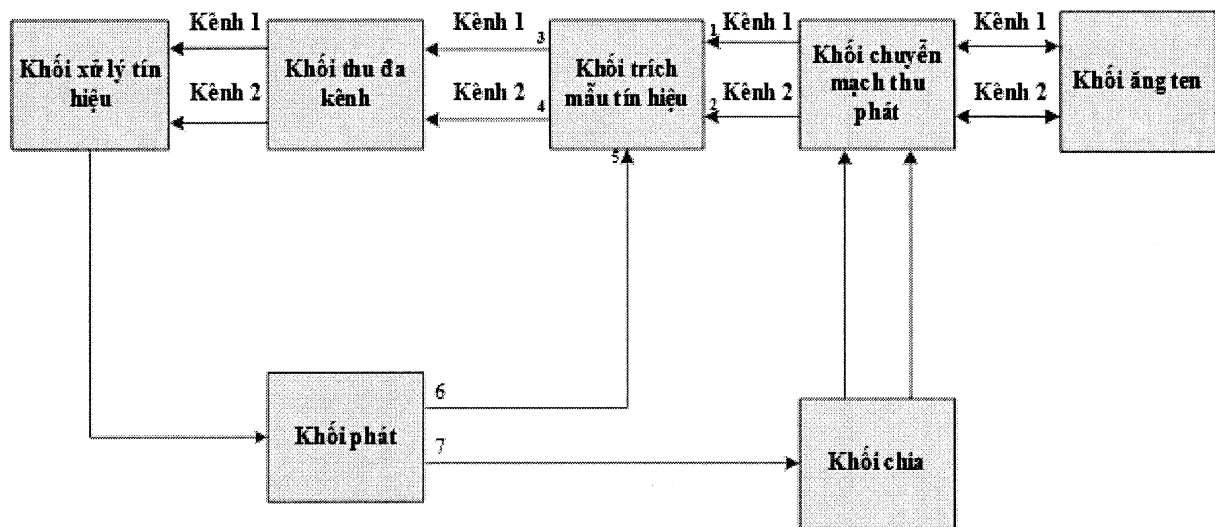
$j = \sqrt{-1}$, a_1 là phần thực của hàm truyền đạt h_1 , b_1 là phần ảo của hàm truyền đạt h_1 , a_2 là phần thực của hàm truyền đạt h_2 , b_2 là phần ảo của hàm truyền đạt h_2 ;

khoảng thời gian “0” là khoảng thời gian chuyển mạch hiệu chuẩn, hay là thời gian hiệu chuẩn;

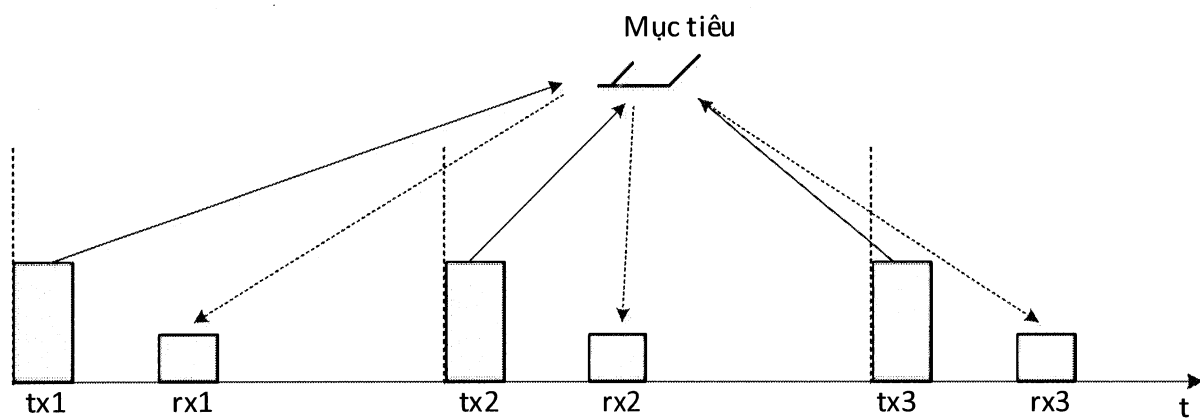
khoảng thời gian “1” là khoảng thời gian chuyển mạch phát, hay là thời gian phát – thu tín hiệu;

bước 3: hiệu chỉnh tín hiệu thu, xử lý trong khoảng thời gian thu tín hiệu từ không gian tại khối xử lý tín hiệu, tiến hành đồng bộ theo một hàm truyền đạt chung của một kênh được xác định bất kỳ (kênh thứ nhất), cụ thể:

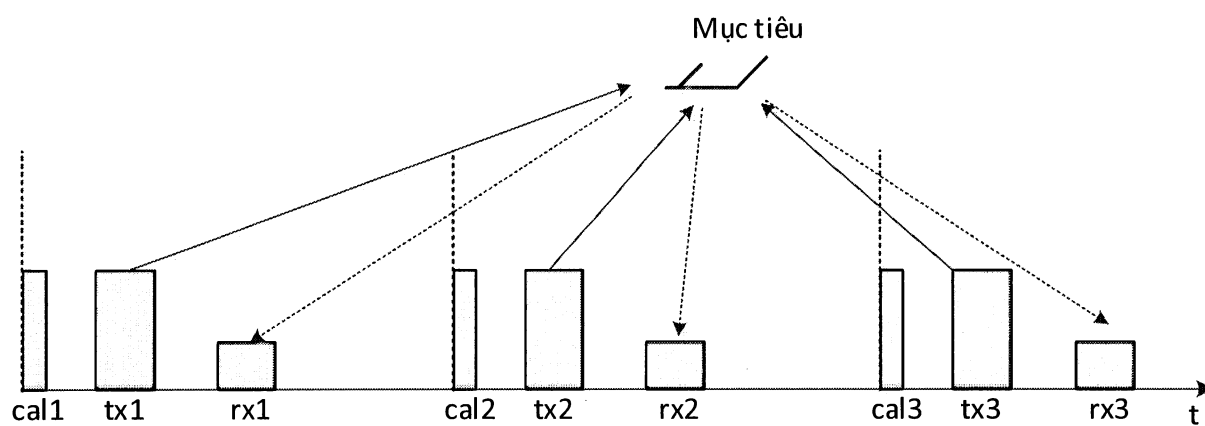
nhân tín hiệu các kênh còn lại với hệ số k , kết thúc bước này thu được các kênh khác nhau của máy thu đa kênh đã được đồng bộ theo một hàm truyền đạt chung của kênh thứ nhất.



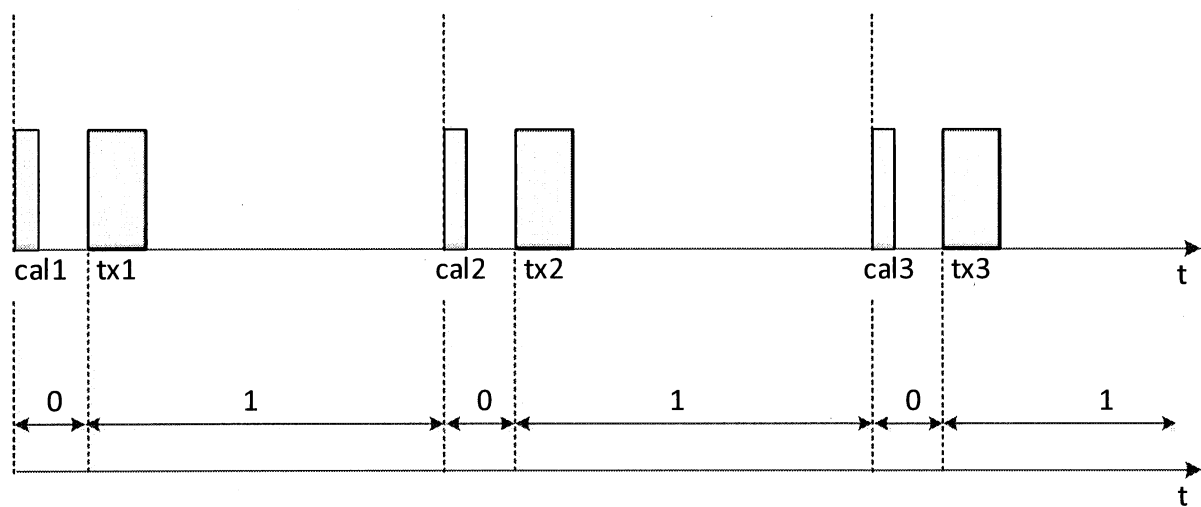
Hình 1



Hình 2

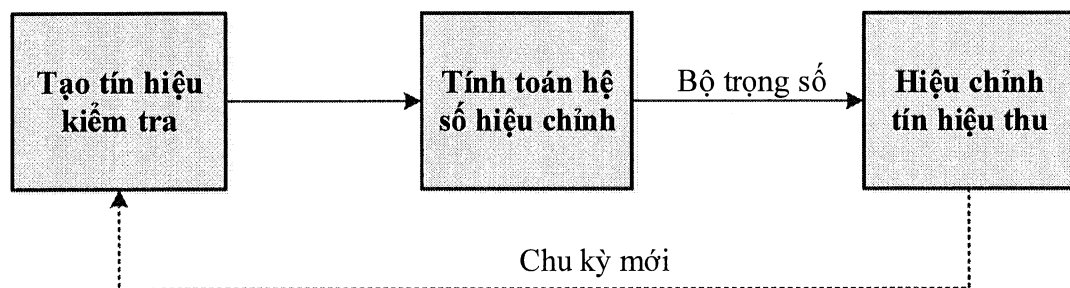


Hình 3

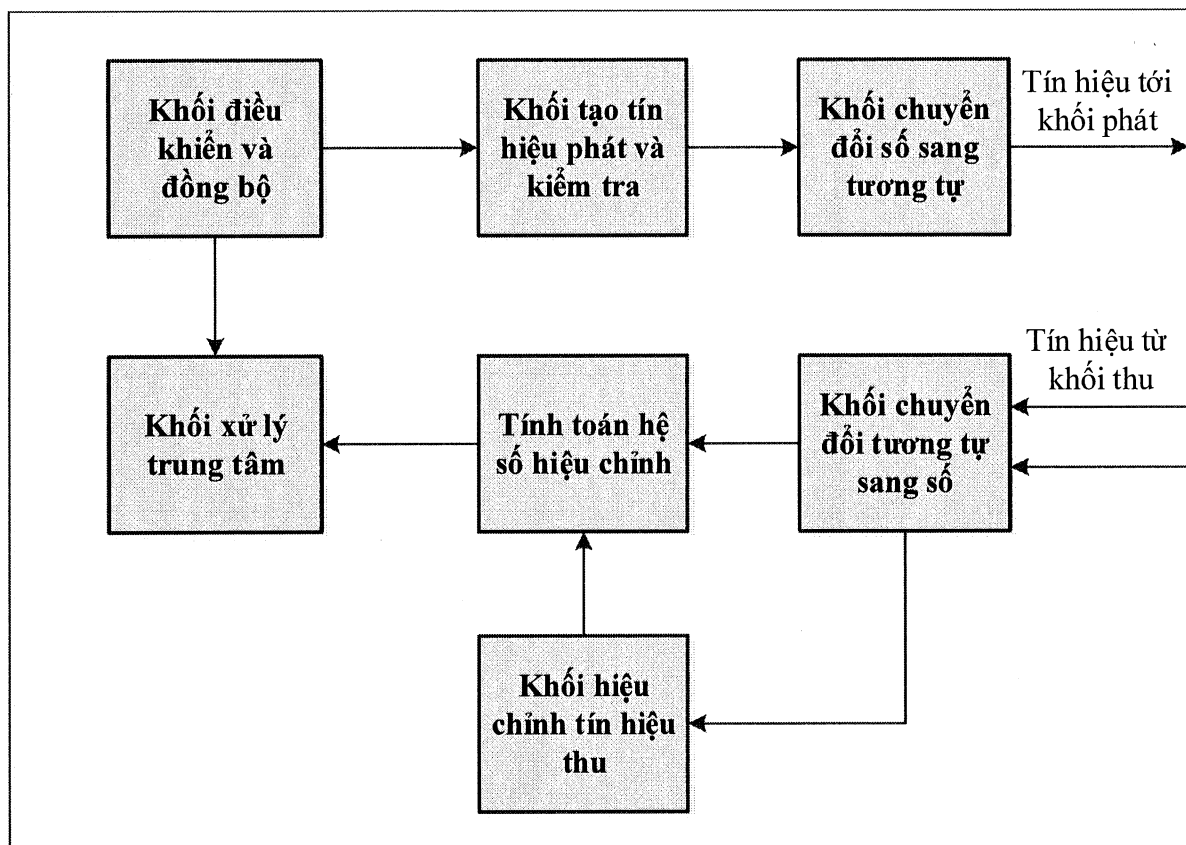


0 - Chuyển mạch hiệu chuẩn
1 - Chuyển mạch phát

Hình 4



Hình 5



Hình 6