

THIẾT KẾ CÁC BỘ TÁCH SÓNG NHẠY PHA CẦU PHƯƠNG CHO ĐÀI RA ĐA NHÌN VÒNG BẮT THẤP

Nguyễn Ngọc Phương *, Nguyễn Trường Sơn, Nguyễn Văn Trà, Dương Tuấn Việt

Tóm tắt: Bài báo trình bày việc thiết kế mới các bộ tách sóng nhạy pha cầu phương cho các kênh biên độ và tương quan của đài ra đa nhìn vòng bắt thấp. Những tham số chính của bộ tách sóng pha cầu phương như độ nhạy, dải động và độ vuông pha giữa các kênh cầu phương đều được đo đạc chính xác trong phòng thí nghiệm. Các thành phần cầu phương đầu ra bộ tách sóng có biên độ đủ lớn được đưa tới các bộ lượng tử nhị phân và lượng tử 11 bit. Các bộ tách sóng cũng được thiết kế tương thích hoàn toàn với các lệnh điều khiển trong các chế độ khác nhau của đài ra đa nhìn vòng bắt thấp.

Từ khóa: Đài Ra đa nhìn vòng bắt thấp; Tách sóng pha cầu phương.

1. MỞ ĐẦU

Đài ra đa nhìn vòng bắt thấp dùng để phát hiện mục tiêu trên không khi tác chiến trong đội hình phân đội ra đa của phòng không, cũng như khi đóng vai trò là đài chỉ định mục tiêu của hệ thống tự động chỉ định mục tiêu cho tên lửa.

Đài ra đa nhìn vòng bắt thấp đã triển khai chiến đấu có hiệu quả trong Quân chủng PK-KQ hơn 10 năm nay, cường độ mở máy rất cao do vậy thường xuyên hỏng hóc trong khi vật tư thay thế ngày càng khan hiếm ảnh hưởng đến nhiệm vụ chiến đấu và sẵn sàng chiến đấu. Việc nhập vật tư nước ngoài có nhiều khó khăn do vậy nhu cầu nghiên cứu sản xuất làm chủ nguồn vật tư cho đài rất cần thiết. Đặc biệt với những mô đun tuyến thu, xử lý tín hiệu; Tình trạng hoạt động của những mô đun này ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng phát hiện mục tiêu của đài ra đa nhìn vòng bắt thấp.

2. CÁC BỘ TÁCH SÓNG PHA CẦU PHƯƠNG TRONG THÀNH PHẦN HỆ THỐNG THU VÀ XỬ LÝ TÍN HIỆU 39III CỦA ĐÀI RA ĐA NHÌN VÒNG BẮT THẤP

2.1. Hệ thống thiết bị thu và xử lý 39III

Hệ thống thiết bị thu 39III dùng để:

- Xử lý tương tự và xử lý số tín hiệu từ mục tiêu và từ nhiễu;
- Phát hiện mục tiêu di động trên nền nhiễu phản xạ từ địa vật (MII), trên nền nhiễu tiêu cực (III);
- Phát hiện nhiễu tạp;
- Bảo vệ kênh thu khỏi tác động của nhiễu xung không đồng bộ (HIII);
- Truyền tự động thông tin các kênh xử lý đến hệ thống hiển thị 39PP, hệ thống máy tính 39III, hệ thống điều khiển kiểm tra 39EE và đến phân hệ liên hợp tương tự 39MA;

Thành phần hệ thống gồm có:

- Tủ xử lý tín hiệu tương tự 394IIA01;
- Tủ xử lý số tín hiệu 394III04.

Chức năng hệ thống: Tín hiệu từ đầu ra của hệ thống 39BB đến tủ 394IIA01 theo hai kênh trên và dưới riêng biệt. Mỗi kênh gồm có:

- Kênh OK (kênh tương quan chính), trong đó, thực hiện lọc thông dải, hiệu chỉnh hệ số khuếch đại, tách sóng pha và mã hoá các thành phần cầu phương;
- Kênh BK (bổ trợ), trong kênh này thực hiện việc hạn chế biên độ tín hiệu sóng về, tách sóng pha và lượng tử nhị phân các thành phần cầu phương;

Ngoài thiết bị của các kênh OK và BK, trong tủ 394IIA01 có thiết bị đánh giá mức nội tạp và thiết bị điều khiển. Trong tủ, các mã điều khiển bộ suy giảm BAPY của kênh 1 và 2 được tạo ra.

Các thành phần cầu phương X và Y tín hiệu sóng về kênh chính (có dạng mã nhị phân song song 11 bit) và thông tin về dấu của các thành phần cầu phương X_{3H} , Y_{3H} của các kênh BK 1 và BK 2 đưa đến tủ xử lý số tín hiệu;

Sơ đồ các bộ tách sóng pha cầu phương trong thành phần hệ thống 39III được thể hiện trên hình 2.

2.2. Các bộ tách sóng pha cầu phương cho đài ra đa nhìn vòng bất thấp

2.2.1. Bộ tách sóng pha kênh OK

Bộ tách sóng pha kênh chính OK B3KA01-01 dùng để khuếch đại tín hiệu trung tần, điều chỉnh hệ số khuếch đại theo lệnh đưa tới, khóa kênh theo cửa sóng "AIIIIC" và tách sóng pha cầu phương tín hiệu đưa tới. Tham số kỹ thuật chính được đưa ra trong bảng 1.

Bảng 1. Tham số kỹ thuật chính của bộ tách sóng pha kênh OK B3KA01-01.

Tham số	Giá trị
Tần số làm việc, MHz	$72 \pm 0,05$
Tần số tín hiệu chuẩn, MHz	$72,00 \pm 0,01$
Hệ số truyền tại tần số trung tâm, lần	$9,3 \pm 1,7$
Điện áp tín hiệu chuẩn, mV	500 ± 50
Giá trị thành phần một chiều, mv, không hơn	± 20
Lệch pha giữa các cầu phương tại tần số trung tần trung tâm của giải thông, độ	90 ± 7
Hệ số suy giảm của tín hiệu khi đóng cửa sóng "AIIIIC", dB, không kém	48

2.2.2. Bộ tách sóng pha kênh BK

Bộ tách sóng pha kênh hỗ trợ BK B3KA02 dùng để khuếch đại hạn chế tín hiệu trung tần, khóa kênh theo cửa sóng "AIIIIC" và tách sóng pha cầu phương tín hiệu đưa tới. Tham số kỹ thuật chính được đưa ra trong bảng 2.

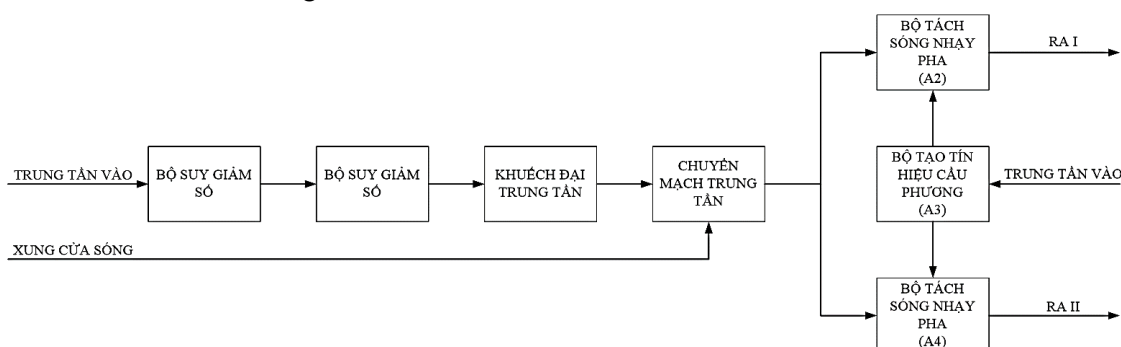
Bảng 2. Tham số kỹ thuật chính của bộ tách sóng pha kênh BK.

Tham số	Giá trị
Tần số làm việc, MHz	$72 \pm 0,05$
Tần số tín hiệu chuẩn, MHz	$72,00 \pm 0,01$
Điện áp tín hiệu chuẩn, mV	500 ± 50
Lệch pha giữa các cầu phương tại tần số trung tần trung tâm của giải thông, độ	90 ± 7
Hệ số suy giảm của tín hiệu khi đóng cửa sóng "AIIIIC", dB, không kém	48

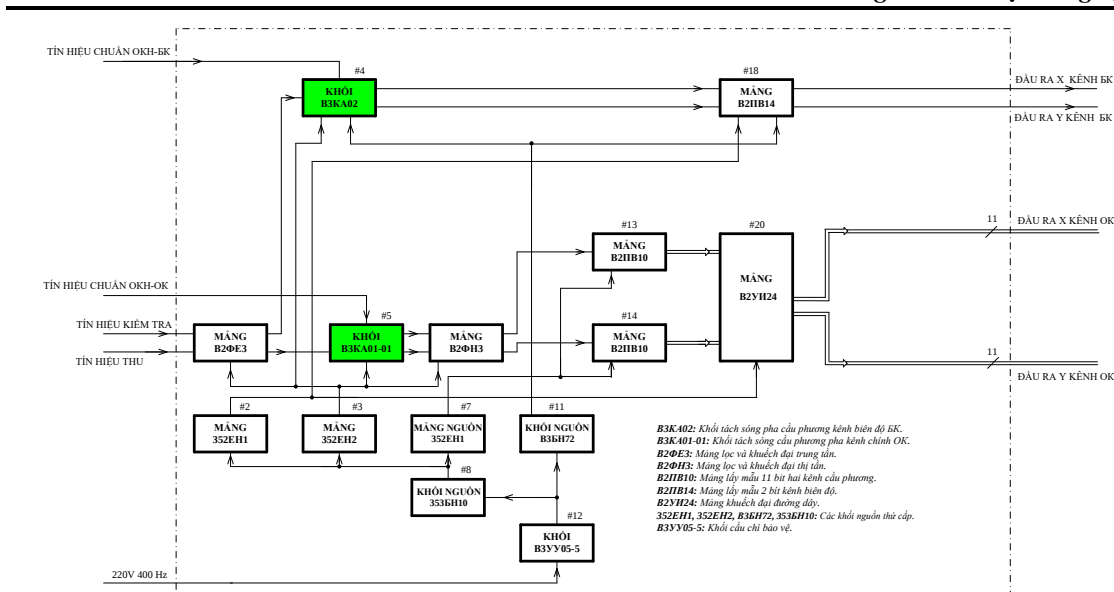
2.3. Thiết kế mới bộ tách sóng nhảy pha cầu phương cho đài ra đa nhìn vòng bất thấp

2.3.1. Sơ đồ chức năng

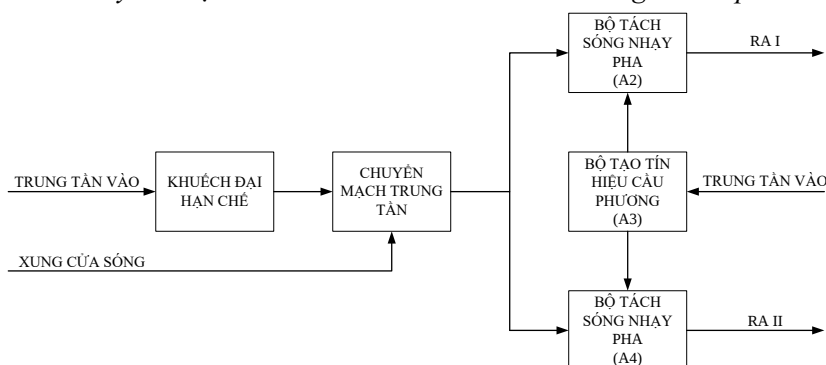
Sơ đồ chức năng cho các bộ tách sóng nhảy pha cầu phương kênh tương can chính và kênh biên độ được thể hiện trong hình 1 và 3.



Hình 1. Sơ đồ chức năng mạch tách sóng pha cầu phương kênh tương can.



Hình 2. Các khối tách sóng pha cầu phương trong thành phần Hệ thống thu và xử lý tín hiệu thu 39 III của đài ra đa nhìn vòng bắt thấp.



Hình 3. Sơ đồ chức năng mạch tách sóng pha cầu phương kênh biên độ.

Tín hiệu tham chiếu được đưa qua bộ xoay pha 90^0 (A3) để tạo các thành phần cầu phương với độ lệch về pha không quá 7^0 . Hai tín hiệu cầu phương này được dùng làm tín hiệu chuẩn đưa vào hai bộ tách sóng nhảy pha riêng biệt (A2 và A4). Đầu vào còn lại của các bộ tách sóng nhảy pha là tín hiệu thu ra đã được xử lý ở các tầng khuếch đại logarit, suy giảm số có điều chỉnh và khuếch đại đến biên độ đủ lớn.

2.3.2. Sản phẩm thiết kế và kết quả đo được trong phòng thí nghiệm

Sản phẩm các bộ tách sóng nhảy pha cầu phương được thể hiện trên hình 5. Các tham số đo trong phòng thí nghiệm được cho trong bảng 3 và 4.

Bảng 3. Tham số bộ tách sóng pha cầu phương kênh tương can.

Tham số	Giá trị đo được
Tần số làm việc, MHz	$72 \pm 0,05$
Tần số tín hiệu chuẩn, MHz	$72 \pm 0,01$
Hệ số truyền tại tần số trung tâm, lần	9 ± 1
Điện áp tín hiệu chuẩn, mV	500 ± 50
Giá trị thành phần một chiều, mv, không hơn	± 15
Lệch pha giữa các cầu phương tại tần số trung tần trung tâm của giải thông, độ	90 ± 7
Hệ số suy giảm của tín hiệu khi đóng cửa sóng "АППС", dB, không kém	48

Bảng 4. Tham số bộ tách sóng pha cầu phương kênh biên độ.

Tham số	Giá trị
Tần số làm việc, MHz	$72 \pm 0,05$
Tần số tín hiệu chuẩn, MHz	$72 \pm 0,01$
Điện áp tín hiệu chuẩn, mV	500 ± 50
Lệch pha giữa các cầu phương tại tần số trung tần trung tâm của giải thông, độ	90 ± 7
Hệ số suy giảm của tín hiệu khi đóng cửa sóng "АПІС", dB, không kém	48

3. KẾT LUẬN

Trên cơ sở nghiên cứu các mô đun tách sóng pha cầu phương nguyên bản của đài ra đa nhìn vòng bắt thấp, nhóm nghiên cứu đã thiết kế mới các bộ tách sóng pha cầu phương đáp ứng đầy đủ tham số đặt ra. Các bộ tách sóng pha cầu phương mới này đã được thử nghiệm thời gian dài trên đài, đảm bảo tốt tham số chiến đấu. Trên cơ sở kết quả nghiên cứu này, chúng ta hoàn toàn có thể nghiên cứu thiết kế những bộ tách sóng pha cầu phương cho các đài ra đa khác.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. “Thuyết minh kỹ thuật đài ra đa nhìn vòng bắt thấp”, tập 1.
- [2]. “Thuyết minh kỹ thuật đài ra đa nhìn vòng bắt thấp”, tập 4.
- [3]. Merrill Skolnik, “Radar Handbook”, 3rd edition, McGraw-Hill, 2008.

ABSTRACT

DESIGN QUADRATURE PHASE-SENSITIVE DETECTORS FOR LOW-ALTITUDE SURVEILLANCE RADAR

The paper presents the new design of quadrature phase-sensitive detectors for amplitude and analogue channels of low-altitude surveillance radar. The main parameters of the quadrature phase detector, such as the sensitivity, dynamic range, and square phase between quadrature channels, are precisely measured in the laboratory. The quadrature components of the detector are gained to sufficient amplitude before to be delivered to binary or 11-bit quantum sets. These detectors are also fully compatible with control commands in different modes of the low-altitude surveillance radar.

Keywords: Low-altitude surveillance Radar; Quadrature phase detector; Phase-sensitive.

*Nhận bài ngày 02 tháng 11 năm 2020
Hoàn thiện ngày 27 tháng 4 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2021*

Địa chỉ: Viện Ra đa, Viện KH-CN quân sự.
*Email: phuonghv2001@gmail.com.