

THIẾT KẾ CHẾ TẠO KHỐI TẠO DAO ĐỘNG NGOẠI SAI MO2P.CT CHO HỆ THỐNG TRÌNH SÁT ĐIỆN TỬ

Trần Thị Trâm*, Đinh Văn Trường, Võ Văn Phúc, Phạm Khắc Lanh, Cao Văn Vũ

Tóm tắt: Bài báo này trình bày giải pháp thiết kế và chế tạo khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT thay thế cho khối MO2P nguyên bản của hệ thống trình sát điện tử. Khối tạo dao động được thiết kế có những ưu điểm như quá trình thiết kế đơn giản, dòng tiêu thụ bé đồng thời cải thiện được độ ổn định của bộ dao động, tiết kiệm chi phí và chủ động được nguồn dự phòng cho các hệ thống trình sát điện tử.

Từ khóa: Dao động ngoại sai.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khối tạo dao động ngoại sai MO2P nằm trong kênh thu D của hệ thống trình sát điện tử thế hệ mới. Đây là tổ hợp đài ra đa thụ động 2 tọa độ, phát hiện, xác định và theo dõi nguồn phát xạ vô tuyến trên các phương tiện mạng di động tương ứng với dải tần làm việc của các loại ra đa cảnh giới và điều khiển vũ khí trên các tàu chiến, máy bay hoặc các trạm cố định.

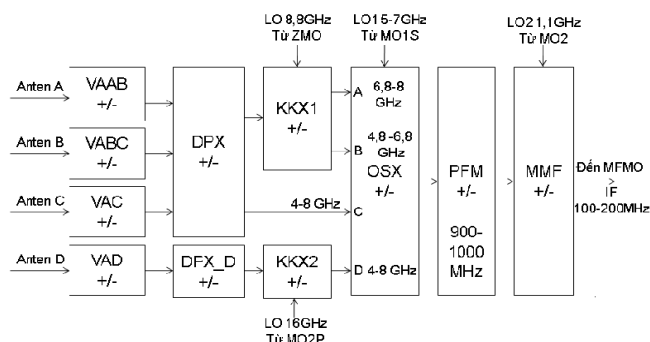
Các khối tạo dao động ngoại sai MO2P nguyên bản của các kênh thu trong hệ thống trình sát điện tử chủ yếu tích hợp từ các mô đun mua sẵn với dòng tiêu thụ lớn nên khi hoạt động mô đun luôn trong tình trạng rất nóng gây nên hiện tượng già hóa của các linh kiện. Trong lúc lắp đặt và thử nghiệm thực địa, đơn vị thiết kế có bổ sung thêm tản nhiệt và quạt tản nhiệt, tuy nhiên giải pháp này chỉ mang tính tạm thời và kéo dài tuổi thọ của mô đun không đáng kể. Thực tế, các khối MO2P của các trạm đã hỏng nhiều và số lượng khối dự phòng đã hết. Do đó, việc nghiên cứu thiết kế chế tạo các khối tạo dao động ngoại sai MO2P trong kênh thu D của hệ thống trình sát điện tử là yêu cầu thực sự cần thiết hiện nay và giải quyết được các vấn đề từng bước làm chủ các khối đơn và làm chủ hoàn toàn các hệ thống thiết bị của đài cũng như giảm chi phí thường xuyên vì thực tế cho thấy, nhiều chủng loại thiết bị, mô đun chức năng, các khối linh kiện phức tạp thay thế trong hệ thống thu bị phụ thuộc nhà sản xuất độc quyền cung cấp. Việc nghiên cứu sâu các hệ thống kỹ thuật cụ thể của cho phép đưa ra các cơ sở khoa học cho việc xây dựng các căn cứ đối với công tác đảm bảo kỹ thuật lâu dài.

Nội dung của bài báo trình bày giải pháp sử dụng các linh kiện có dòng tiêu thụ bé để thiết kế, chế tạo khối tạo dao động ngoại sai MO2P cải tiến cho hệ thống trình sát điện tử. Bài báo cũng trình bày các kết quả đo tại PTN và kết quả lắp thử nghiệm thực tế khối MO2P.CT trên hệ thống trình sát điện tử.

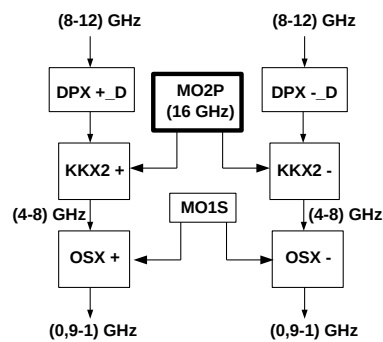
2. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Hệ thống trình sát điện tử tầm xa được thiết kế để thu và phân tích các tín hiệu ra đa chủ yếu dựa trên các xung hoặc sóng liên tục được phát đến trực tiếp hay tán xạ qua tầng đối lưu từ các nguồn phát sóng ở xa, thậm chí vượt ra ngoài tầm nhìn vô tuyến trong dải tần số đèn băng X. Máy thu của hệ thống trình sát điện tử hoạt động theo nguyên lý siêu ngoại sai với hai cấp trộn tần (các khối trộn tần chính) đảm bảo độ khuếch đại và chọn lọc cao các tần số cần thu và loại bỏ triệt để các tần số ảnh không mong muốn. Trước khi đến các khối trộn tần chính, tất cả các kênh thu khác tần số (kênh A, B và D) đều được biến đổi đưa về cùng một dải tần số tương ứng với kênh C để có thể sử dụng chung một hệ thống biến đổi, phân tích và xử lý tín hiệu. Như vậy, các kênh thu chỉ hoạt động song song từ phía anten đến sau các bộ biến đổi tần số và được lựa chọn qua các chuyển mạch siêu cao tần có điều khiển đưa đến các khối trộn tần chính hai kênh tổng và hiệu.

Các kênh A, B, C sử dụng chung 1 bộ trộn tần để đưa tín hiệu về dải kênh C, kênh D được sử dụng riêng 1 kênh trộn tần và cũng đưa tín hiệu về dải kênh C. Sau đó, cả 4 kênh sẽ được trộn tần chung về dải kênh A. Sơ đồ khối chức năng của tuyến thu ra đa được thể hiện trên hình 1 và sơ đồ vị trí của khối MO2P trong kênh thu D của hệ thống thể hiện trên hình 2.

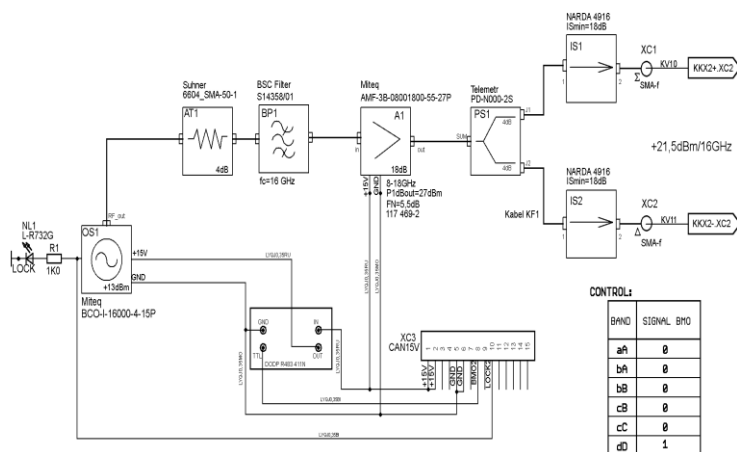


Hình 1. Sơ đồ khối chức năng của tuyến thu ra đa.



Hình 2. Vị trí của khối MO2P trong kênh thu D.

Từ sơ đồ vị trí khối MO2P như trên hình 2 có thể thấy rằng: Khối tạo dao động ngoại sai MO2P có chức năng để tạo tín hiệu dao động siêu cao tần dùng cho việc biến đổi trong cả hai kênh thu của băng tần D bằng cách trộn với các tín hiệu KKK. Sơ đồ khối chức năng của khối MO2P thể hiện ở hình 3. Phần tử dao động sử dụng ở đây là bộ dao động tích hợp loại, bộ dao động tạo tín hiệu có tần số 16 GHz và độ chính xác $\pm 10^{-6}$. Tín hiệu từ bộ dao động đi qua bộ suy giảm riêng 4 dB và bộ lọc dải thông, sau đó được khuếch đại trong bộ khuếch đại có hệ số khuếch đại +18 dB và tiếp tục được chia thành hai nhánh đầu ra bằng bộ chia đôi công suất PS1. Để ngăn chặn xuyên nhiễu giữa các kênh, các nhánh riêng đều được lắp các bộ cách ly (Isolator) có độ cách ly 18 dB. Tín hiệu đầu ra được gửi đến các đầu nối ra XC1, XC2 để cung cấp tín hiệu + 21,5 dBm cho các bộ KKK2 +/- . Có thể tắt bộ dao động bằng tín hiệu điều khiển BM02. Bộ dao động tạo tín hiệu có tần số 16 GHz và độ chính xác $\pm 10^{-6}$. Ảnh chụp khối MO2P thực tế thể hiện trên hình 4.



Hình 3. Sơ đồ khối chức năng của khối MO2P nguyên bản.



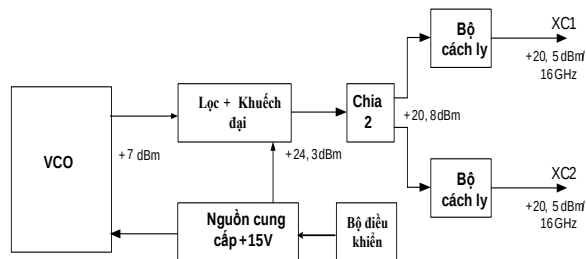
Hình 4. Hình ảnh khối MO2P nguyên bản của đài.

Khối tạo dao động ngoại sai cần nghiên cứu thiết kế hoạt động ở dải tần số băng Ku, là dải tần số cao trong các dải sóng siêu cao tần của các đài ra đa. Vì vậy việc lựa chọn giải pháp kỹ thuật và phương án thiết kế để đảm bảo được các chỉ tiêu kỹ thuật của bộ dao động là vấn đề rất quan trọng.

Với các yêu cầu kỹ thuật đưa ra trong bảng 1 thì các nội dung khoa học trọng tâm cần đi sâu nghiên cứu đó là tạo dao động tần số siêu cao (16 GHz) và độ ổn định đạt $\pm 10^{-6}$ áp dụng mạch vòng khóa pha PLL, khuếch đại công suất tín hiệu siêu cao tần và điều chỉnh cân bằng biên độ giữa 2 đầu ra và thiết kế bộ lọc dải thông đảm bảo lọc các tín hiệu ngoài dải tần số của bộ dao động.

Bộ tạo dao động tần số 16 GHz đã được thiết kế theo giải pháp: Từ bộ VCO 4 GHz kết hợp mạch vòng khóa pha PLL sử dụng vi mạch ADF4350 qua mạch nhân 4 để đạt được tần số ra 16 GHz có độ ổn định cao $\pm 10^{-6}$. Tín hiệu 16 GHz (có độ ổn định cao $\pm 10^{-6}$) từ bộ dao động đi qua bộ lọc dải thông để lọc hài, sau đó được khuếch đại trong bộ khuếch đại công suất dùng vi mạch TGA1524-SM và tiếp tục được chia thành hai nhánh đầu ra bằng bộ chia đôi công suất. Để ngăn chặn xuyên nhiễu giữa các kênh, các nhánh riêng đều được lắp các bộ cách ly (Isolator) có độ cách ly lớn hơn 20 dB. Tín hiệu đầu ra được gửi đến các đầu nối ra XC1, XC2 để cung cấp tín hiệu + 20,5 dBm cho các bộ KKK2 +/-.

Khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT đã được thực hiện với các mô đun chức năng như trên hình 5 và ảnh chụp khối MO2P.CT như trên hình 6.



Hình 5. Sơ đồ chức năng khối MO2P.CT.



Hình 6. Ảnh chụp khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT đã chế tạo.

Với việc lựa chọn công nghệ và phương án thiết kế thì khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT đã được thiết kế, chế tạo. Trên hình 6 là ảnh chụp khối MO2P.CT đã được thiết kế, chế tạo. Có thể thấy rằng khối MO2P.CT đã tích hợp một số mô đun lại với nhau trên cùng một bản mạch in nên trọng lượng và kích thước các mô đun gọn nhẹ hơn so với khối nguyên bản.

3. KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM

Khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT sau khi chế tạo đã được đo kiểm tra trong phòng thí nghiệm và đưa đi lắp thực tế trên hệ thống trình sát điện tử.

Các kết quả đo phổ tín hiệu của các đầu ra khối MO2P.CT trong phòng thí nghiệm đều đảm bảo tương đương với chỉ tiêu tham số kỹ thuật của khối MO2P nguyên bản theo thuyết minh của đài.

Các kết quả thử nghiệm khối MO2P.CT trên hệ thống tại Sơn Trà – Đà Nẵng và tại Cam Lâm – Khánh Hòa đảm bảo các yêu cầu của khối MO2P nguyên bản. Mức tín hiệu thu về ở băng tần D là tương đương khi so sánh với khối nguyên bản.

So sánh kết quả khối đo và thử nghiệm thực tế của khối MO2P.CT so với khối MO2P nguyên bản của đài được thể hiện trên bảng 1.

Bảng 1. So sánh kết quả đo kiểm khối MO2P.CT so với khối nguyên bản của đài.

TT	Tham số kiểm tra	Đơn vị	Khối MO2P nguyên bản	Khối MO2P.CT chế tạo mới
1	Đo trong PTN			
1.1	Tần số tín hiệu tạo ra, danh định	MHz	16000	16000

1.2	Sai lệch tần số	kHz	100	100
1.3	Công suất tín hiệu ra, không nhỏ hơn	dBm	20	20.51 ÷ 21.03
1.4	Mức nhiễu hài ở đầu ra so với tín hiệu mong muốn	dBc	≤ -40	≤ -40
1.5	Mức tín hiệu điều khiển, danh định	V	5	≤ -40
1.6	Nguồn nuôi	V	+15 ± 0,2	+15 ± 0,2
1.7	Dòng tiêu thụ, không lớn hơn	mA	1000	700
2	Quan sát mục tiêu di động trên màn hình			
2.1	Tần số mang CF, đo được	MHz	9414	9416
2.2	Chu kỳ lặp xung PRI, đo được	μs	1000-1110	1006-1100
2.3	Độ rộng xung PW, đo được	μs	1.1	1.1
2.4	Thời gian quay anten AR, đo được	s/vòng	2	2
2.5	Góc phương vị Az, đo được	Độ	68°30''	71°41''
3	Quan sát mục tiêu cố định trên màn hình			
3.1	Tần số mang CF, đo được:	MHz	8938 8987	8939 8987
3.2	Chu kỳ lặp xung PRI, đo được:	μs	180 245	181 247
3.3	Độ rộng xung PW, đo được	μs	25	25
3.4	Thời gian quay anten AR, đo được	s/vòng	10	10
3.5	Góc phương vị Az, đo được	Độ	35°00''	35°20''

Từ kết quả so sánh trên bảng 1 cho thấy khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT hoàn toàn đáp ứng được các chỉ tiêu kỹ thuật tương đương với khối MO2P nguyên bản của đài.

4. KẾT LUẬN

Bài báo này đã trình bày giải pháp thiết kế chế tạo khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT. Sản phẩm nghiên cứu đã được lắp thử nghiệm trên Hệ thống trình sát điện tử hoạt động đồng bộ, ổn định mà vẫn đảm bảo được các tham số kỹ thuật tương đương khối nguyên bản. Giải pháp lựa chọn các linh kiện có mức đầu ra và mức tiêu thụ dòng bé hơn so với khối nguyên bản đồng thời các mô đun được tích hợp lại với nhau nên khối MO2P.CT gọn nhẹ hơn nhiều so với khối nguyên bản. Các linh kiện sử dụng trong thiết kế chế tạo đều sẵn có trên thị trường, giá cả hợp lý đáp ứng nhu cầu đảm bảo kỹ thuật lâu dài cho trang bị.

Khối MO2P.CT được thiết kế chế tạo có các tính năng chiến kỹ thuật tương đương như khối nguyên mẫu, yêu cầu có thể thay thế 1-1 và hoạt động ổn định, lâu dài trên đài ra đa thụ động.

Từ kết quả nghiên cứu này có thể khẳng định việc khai thác làm chủ và nghiên cứu thiết kế, chế tạo khối tạo dao động ngoại sai MO2P.CT trong kênh thu D đài ra đa thụ động là vấn đề cần thiết. Kết quả nghiên cứu giúp cho việc đảm bảo kỹ thuật một cách chủ động, thiết thực hơn cho khí tài thế hệ mới, đài ra đa đồng thời có thể mở rộng phát triển cho các đài ra đa khác có cùng cấu trúc hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Báo cáo tổng kết quả thực hiện nhiệm vụ KHCN cấp Viện KH-CNQS: “Nghiên cứu, thiết kế chế tạo hệ thống thu kênh B cho tổ hợp trình sát điện tử”. Năm 2017-2019.
- [2]. Rohde UL, Poddar AK, Böck G. “The Design of Modern Micro- wave Oscillators for Wireless Applications: Theory and Optimization”. New York, USA: Wiley-IEEE Press; 2005.
- [3]. Gonzalez G. “Foundations of Oscillator Circuit Design”. Norwood, MA, USA: Artech House; 2007.
- [4]. Analog Devices. “ADF4350 Datasheet & Applications. Rev. 2011”.
- [5]. Qorvo. “TGA2524-SM Data Sheet”. Rev. H, May 2020.

ABSTRACT

**DESIGN AND FABRICATION OSCILLATOR BLOCK MO2P.CT
FOR THE ELECTRONIC SURVEILLANCE**

This paper presents the technical solution to design and fabricate the oscillation block MO2P.CT instead of the original MO2P block of the system. The oscillators are designed with advantages such as simple design process, low current consumption, improved oscillator stability, cost-saving, and proactive backup power for the system.

Keywords: Oscillator.

Nhận bài ngày 01 tháng 03 năm 2021

Hoàn thiện ngày 26 tháng 03 năm 2021

Chấp nhận đăng ngày 10 tháng 6 năm 2021

Địa chỉ: Viện Ra đa, Viện KHCNQS.

**Email:* tramhtvrd@gmail.com.