NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO CHẤN TỬ ANTEN HỎI DẢI TẦN 3 CỦA RA ĐA CẢNH GIỚI TẦM TRUNG

Nguyễn Ngọc Tú*, Phùng Thế Việt, Phương Văn Quang, Phạm Khắc Lanh

Tóm tắt: *Hiện nay, chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 trong một số đài ra đa cảnh giới tầm trung không còn được Công hòa Liên Bang Nga sản xuất nữa. Mặc dù vậy, các đài ra đa này vẫn còn trong biên chế đội hình chiến đấu của Quân chủng Phòng không Không quân Việt Nam. Để đáp ứng yêu cầu đảm bảo vật tư trang bị sẵn sàng chiến đấu thì công tác tự lực, chủ động nghiên cứu, sản xuất vật tư thay thế là rất cần thiết. Trong bài báo này, chúng tôi chủ yếu nhấn mạnh kết quả làm được sau khi thiết kế, chế tạo chấn tử anten mới thay thế chấn tử anten nguyên bản của nhà sản xuất, nhằm đáp ứng các yêu cầu kỹ chiến thuật của đài.*

Từ khóa: Anten Yagi; Ra đa; Cảnh giới tầm trung**.**

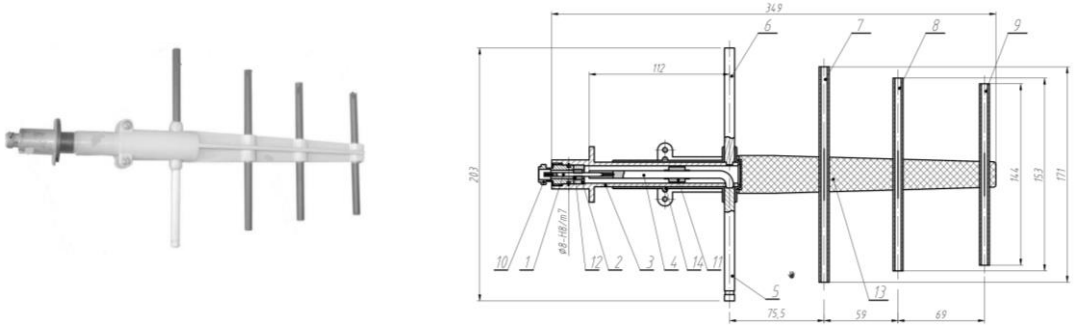
1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, một số đài ra đa cảnh giới tầm trung biên chế trong lực lượng Phòng Không Không Quân của Việt Nam được nhập khẩu từ Nga đã ngừng sản xuất gây rất nhiều khó khăn cho công tác sửa chữa, đảm bảo vật tư linh kiện thay thế. Ở nước ta, tính đến thời điểm hiện tại chưa có công trình nghiên cứu chế thử về chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 được công bố. Các tài liệu về thiết kế hệ thống, tham số kỹ thuật chi tiết rất hạn chế do vấn đề bảo mật của nhà sản xuất. Do đó, việc nghiên cứu, thiết kế, chế thử chấn tử anten mới thay cho chấn tử nguyên bản của Nga là tiền đề cho việc đảm bảo vật tư thay thế cho các thành phần chiến đấu thuộc các đài ra đa này.

2. PHÂN TÍCH, XÂY DỰNG CHỈ TIÊU KỸ THUẬT ĐỐI VỚI CHẤN TỬ ANTEN MÁY HỎI DẢI TẦN 3

2.1. Đo đạc kích thước chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 nguyên bản của Nga

Một chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 nguyên bản của Nga bao gồm các chi tiết được chế tạo từ hợp kim nhôm: 1.Lõi Φ3; 2.Trụ Φ15; 3.Thân chính chứa bọc nhựa; 4.Lõi chính Φ6; 5.Thanh phát xạ 01; 6.Thanh phát xạ 02; 7.Thanh dẫn xạ 171; 8.Thanh dẫn xạ 153; 9.Thanh dẫn xạ 144. Các chi tiết được chế tạo từ hợp kim đồng: 10.Trục ren; 11.Chi tiết điều chỉnh. Chi tiết được từ teflon: 12. Teflon Φ8; 13. Ống gá thanh dẫn xạ; 14.Vỏ bọc nhựa. Kích thước bao (Dài x Rộng) của chấn tử: 349 x 203 mm.



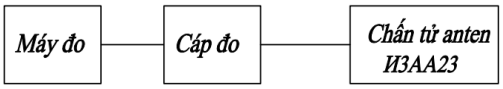
Hình 1. *Cấu trúc tổng thể của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 nguyên bản của Nga.*

2.2. Khảo sát và đo đạc một số tham số kỹ thuật của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3

2.2.1. Đo hệ số sóng đứng SWR và giản đồ hướng

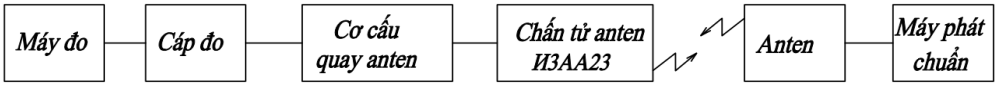
Sử dụng máy phân tích mạng VNA để đo hệ số sóng đứng SWR của chấn tử anten И3АА23 nguyên bản của Nga. Trước khi đo hệ số sóng đứng ta cần chuẩn bị cáp đo 50 Ω. Kết nối máy đo

VNA với chấn tử như hình 1. Đặt máy đo ở tần số trung tâm 668 MHz, dải thông 20 MHz ta thu được kết quả SWR trên máy đo.



Hình 2. *Sơ đồ đo và kết quả đo hệ số sóng đứng của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3.*

Sử dụng hệ thống đo anten trường gần trong buồng hấp thụ của phòng thí nghiệm ra đa, Viện Ra đa để đo chấn tử anten máy hỏi dải tần 3. Sơ đồ đo giản đồ hướng của chấn tử được thể hiện trên hình 3**.**



Hình 3. *Sơ đồ đo giản đồ hướng của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3.*

2.2.2. Đánh giá xây dựng chỉ tiêu kỹ thuật đối với chấn tử anten máy hỏi dải tần 3

Trên cơ sở đo kiểm chấn tử nguyên bản của Nga, việc chế tạo chấn tử mới nhằm thay thế cho chấn tử nguyên bản và tương thích với hệ thống ra đa cảnh giới tầm trung nên các tham số của chấn tử chế tạo mới được xây dựng từ bộ tham số của chấn tử nguyên bản. Chỉ tiêu kỹ thuật của chấn tử chế tạo mới được thể hiện trên ***bảng 1***.

Bảng 1. *Chỉ tiêu kỹ thuật của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới.*

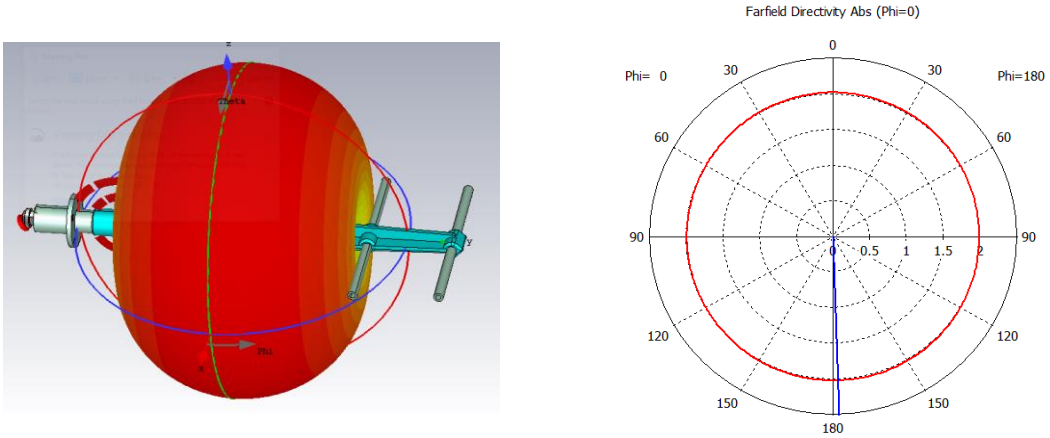
TT	Tính năng chính/Tên tham số	Đơn vị	Giá trị
1	Kích thước bao (Dài x rộng)	mm	(349 x 203) ± 5
2	Tần số	MHz	668 ± 10
3	Hệ số sóng đứng		≤ 1,5
4	Độ rộng búp sóng theo góc phương vị ở mức -3dB	Độ	47˚ ÷ 53˚

3. THIẾT KẾ, CHẾ TẠO VÀ ĐO KIỂM CHẤN TỬ ANTEN MÁY HỎI DẢI TẦN 3 MỚI

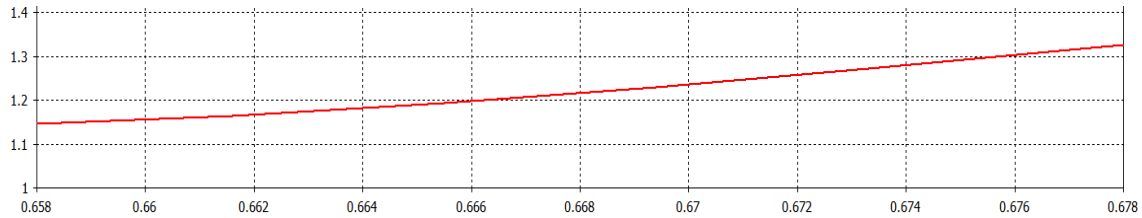
3.1. Lựa chọn phương án kỹ thuật thiết kế chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới

3.1.1. Xây dựng mô hình 3D và mô phỏng 3D hiệu ứng trường của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới

Sau khi xây dựng mô hình 3D của chấn tử, ta sử dụng phần mềm CST để mô phỏng hiệu ứng trường của chấn tử. Giản đồ hướng và hệ số sóng đứng của chấn tử an ten máy hỏi dải tần 3 mới được trình bày trong ***hình 4, hình 5***.



Hình 4. *Giản đồ hướng theo phương vị ở tần số 668 MHz.*



Hình 5. *Hệ số sóng đứng SWR của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới.*

3.1.2. Đánh giá kết quả mô phỏng chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới

Kết quả đo kiểm tham số cơ bản của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới.

- Dải tần số: (668 MHz ±10) MHz;
- Độ rộng búp sóng theo góc phương vị: 50˚;
- Hệ số sóng đứng: < 1,5.

Kết quả mô phỏng phù hợp với bộ tham số kỹ thuật của chấn tử nguyên bản. Điều đó cho thấy tính đúng đắn của phương pháp thiết kế ngược đang sử dụng.

3.2. Gia công chế tạo chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới

Từ file 3D trên phần mềm Solidworks 2019 ta xuất ra file đuôi .TXT. Sử dụng phần mềm CAD CAM MasterCAM xuất ra chương trình NC đưa vào máy gia công CNC.

Chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới do Viện Ra đa thiết kế và chế tạo bao gồm các chi tiết được chế tạo từ các vật liệu có sẵn ở thị trường trong nước có tính chất tương đương với vật liệu nguyên bản của Nga. Các chi tiết được chế tạo từ hợp kim nhôm 6061 TCVN 5910-1995; hợp kim đồng CuAl5 ISO 428; teflon ISO 13000-1-2005.

Sử dụng máy gia công: Máy Tiện CNC 4500T; máy phay CNC V50-LEADWELL; máy hàn TIG Hero3000 tại Trung tâm công nghệ cơ khí chính xác.

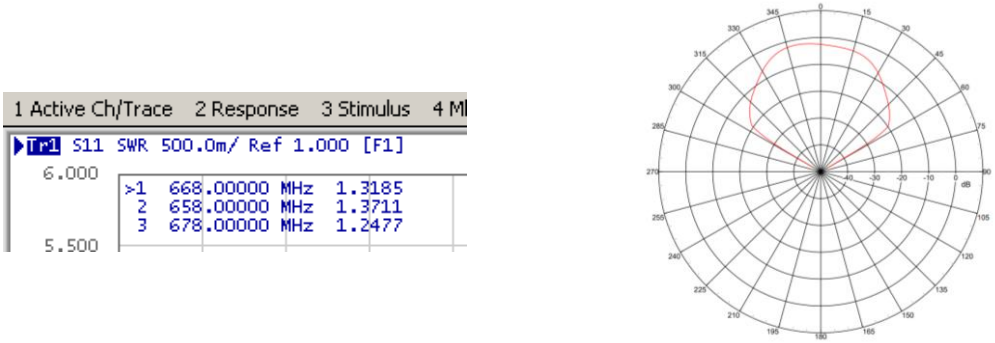
Quy trình công nghệ mạ bạc thực hiện tại xưởng mạ Viện Hóa học vật liệu.

Quy trình công nghệ lắp ráp thực hiện tại xưởng chế thử Viện ra đa theo các quy định mối ghép trên bản vẽ lắp tổng thể chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới ở ***hình 1***.

3.3. Đo kiểm, đánh giá các chỉ tiêu kỹ thuật của sản phẩm trong phòng thí nghiệm

Sử dụng phương pháp đo kiểm, khảo sát chấn tử nguyên bản ở mục 2.2 để đánh giá chấn tử chế tạo mới.

Kết quả đo hệ số sóng đứng được hiển thị trên màn hình của máy đo với tần số (658 ÷ 678) MHz thể hiện ở *hình 6*.



Hình 6. *Hệ số sóng đứng SWR và giản đồ hướng theo góc phương vị ở tần số 668 MHz.*

Kết quả đo kiểm tham số cơ bản của chấn tử anten dải tần 3 mới:

- Độ rộng búp sóng theo góc phương vị là 47˚ ÷ 53 ˚

- Hệ số sóng đứng < 1,5.

Ta thấy, kết quả các tham số của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới tương đồng với các tham số của chấn tử anten dải tần 3 nguyên bản của Nga. Điều đó cho phép đánh giá tính đúng đắn của phương pháp tính toán mô phỏng và độ chính xác của phương pháp gia công chế tạo.

4. KẾT LUẬN

Trên đây, nhóm tác giả chủ yếu nhấn mạnh kết quả làm được khi thiết kế chế tạo chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới. Trong quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả thực hiện đo kiểm tra đánh giá tham số chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 nguyên bản của Nga, từ đó xây dựng chỉ tiêu tham số kỹ thuật cho việc thiết kế chế tạo. Đồng thời thiết kế mô hình và mô phỏng chấn tử mới trên phần mềm CST 2013 và sản xuất chế thử, đo kiểm đánh giá các tham số kỹ thuật của mẫu thiết kế mới, so sánh với anten nguyên bản của Nga. Các tham số của chấn tử anten máy hỏi dải tần 3 mới đều đạt yêu cầu thiết kế và tương đồng 1-1 với chấn tử anten nguyên bản. Những kết quả này là tiền đề quan trọng cho việc nghiên cứu thiết kế chế tạo, đảm bảo vật tư thay thế cho các loại chấn tử anten khác thuộc các đài ra đa sau này.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1]. Kiều Khắc Lâu, "*Kỹ thuật siêu cao tần,*", Nhà xuất bản giáo dục, 1997.

[2]. Nguyễn Tuấn Hưng, "*Lý thuyết trường điện từ*,", Nhà xuất bản giáo dục, 1998.

[3]. Phan Anh, "*Lý thuyết và kỹ thuật anten*,", Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, 2007.

ABSTRACT

RESEARCH, DESIGN AND PRODUCTION OF 3TH FREQUENCY RANGE INTERROGATOR ANTENNAS OF SURVEILLANCE RADAR STATION

Currently, 3th frequency range Interrogator antennas of surveillance radar station is longer produced by the Russian Federal Republic. However, these radar stations are still the payroll of the Vietnam Air Force Air Defense Squad. In order to meet the requirement to ensure that supplies and equipment are available to fight, self-reliance, active research and production of replacement materials are necessary. In this paper, we present the steps in the process of calculating the design and manufacturing of new 3th frequency range Interrogator radar antennas to replace old ones of the manufacturer, meeting the requirements Technical battle of surveillance radar station.

Keywords: Anten Yagi; Interrogator antenas; Surveillance radar.

Nhận bài ngày 30 tháng 6 năm 2021
Hoàn thiện ngày 30 tháng 7 năm 2021
Chấp nhận đăng ngày 02 tháng 8 năm 2021

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