

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

Nguyễn Đình Thế Anh

**XÂY DỰNG HỆ THỐNG THÔNG TIN NHẪM NÂNG CAO
KHẢ NĂNG QUẢN LÝ VÀ HỖ TRỢ DẪN ĐƯỜNG
CHO CÁC PHƯƠNG TIỆN GIAO THÔNG TRÊN BIỂN**

Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử

Mã số: 9510302.01

**TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ CÔNG
NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ, TRUYỀN
THÔNG**

Hà Nội – 2019

Công trình được hoàn thành tại: Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

Người hướng dẫn khoa học:

GS. TS. BẠCH GIA DƯƠNG.

Phản biện:.....

.....

Phản biện:.....

.....

Phản biện:.....

.....

Luận án sẽ được bảo vệ trước Hội đồng cấp Đại học Quốc gia chấm luận án tiến sĩ họp tại Trường Đại học Công nghệ, Đại học Quốc gia Hà Nội.

vào hồi giờ ngày tháng năm

Có thể tìm hiểu luận án tại:

- Thư viện Quốc gia Việt Nam
- Trung tâm Thông tin - Thư viện, Đại học Quốc gia Hà Nội

MỞ ĐẦU

1. Bối cảnh nghiên cứu

Vấn đề chủ quyền và toàn vẹn lãnh hải luôn là mối quan tâm hàng đầu ở mỗi quốc gia. Việt Nam có vị trí địa lý trung tâm trong khu vực Đông Nam Á với đường bờ biển dài hơn 3260 km, đóng vai trò quan trọng trên các tuyến đường hàng hải thông thương giữa Ấn Độ Dương và Thái Bình Dương, giữa Châu Âu với Trung Quốc, Nhật Bản và các nước trong khu vực. Với sự phát triển, hợp tác kinh tế giữa các nước, các khu vực dẫn đến mật độ phương tiện trên biển ngày càng tăng, gây khó khăn trong quản lý, giám sát và cứu hộ cứu nạn. Việc quản lý phương tiện giao thông trên hải phận quốc gia, quốc tế đòi hỏi phải thống nhất mã nhận dạng khi hỏi-đáp để phân biệt tàu thuyền đang lưu thông hợp pháp hay bất hợp pháp, có trạng thái bình thường hay bất thường, cần cứu hộ hay không. Việt Nam đã có các nghị định và thông tư liên quan đến bắt buộc trang bị thiết bị giám sát trên phương tiện biển, cũng như các quy định về hệ thống quản lý và khai thác dữ liệu giám sát phương tiện biển. Việt Nam cũng đã tham gia Công ước quốc tế về tìm kiếm cứu nạn hàng hải SAR-79.

Hiện nay, nhiều hệ thống quản lý và giám sát phương tiện biển được hoạt động dựa trên cơ sở kết nối trực tiếp giữa trạm đất liền với phương tiện biển. Do đặc tính cong của bề mặt trái đất khiến việc thu phát tín hiệu nhận dạng có thể bị gián đoạn, không liên tục khi trạm thông tin trên đất liền có ăng ten đặt không đủ cao hay công suất phát chưa đủ lớn. Đây là một trong những thách thức công nghệ lớn khiến việc quản lý còn gặp nhiều khó khăn và phức tạp. Giải pháp sử dụng truyền thông vệ tinh được thúc đẩy nghiên

cứu mạnh mẽ để giải quyết vấn đề liên lạc, giám sát phương tiện biển với khoảng cách xa, mở rộng vùng quản lý.

Những năm gần đây, nhiều nước phát triển đi vào nghiên cứu thử nghiệm sử dụng vệ tinh để thu tín hiệu phát ra từ phương tiện biển nằm trong hệ thống nhận dạng tự động (AIS) như AAUSAT3, TACSAT-2 hay chòm vệ tinh AISSAT-1, 2, 3. Các vệ tinh trên được tích hợp thiết bị thu tín hiệu AIS chứa thông tin định vị, định thời hay định danh từ phương tiện biển, xử lý dữ liệu và lưu vào thẻ nhớ trước khi truyền xuống trạm thông tin mặt đất. Tại trạm mặt đất, tín hiệu thu được xử lý giải điều chế, giải mã dữ liệu và hiện thị thông tin của phương tiện biển.

Ở Việt Nam, hướng nghiên cứu thu tín hiệu AIS sử dụng vệ tinh cũng đã và đang được nghiên cứu triển khai. Cụ thể là đề tài “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, phóng và vận hành vệ tinh siêu nhỏ cỡ nano” thuộc Chương trình KH-CN cấp quốc gia về công nghệ vũ trụ giai đoạn 2016 – 2020 do Trung tâm Vũ trụ Việt Nam - Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt nam chủ trì, chế tạo một vệ tinh cỡ 10 kg ở quỹ đạo 540km, tích hợp bộ thu tín hiệu AIS để giám sát vùng biển Việt Nam. Vệ tinh này dự kiến sẽ được phóng vào năm 2020.

Vệ tinh trong các công trình cho thấy khả năng thu được tín hiệu AIS ở quỹ đạo thấp, có bán kính nhỏ hơn 1000 km. Tuy nhiên, trong hệ thống AIS, công suất phát bị giới hạn và tần số sử dụng có khả năng đâm xuyên thấp khi đi qua tầng khí quyển. Vậy nên, tín hiệu thu trên vệ tinh bị suy yếu dần và tỷ lệ nghịch với quỹ đạo hoạt động của vệ tinh. Điều này dẫn đến mất mát thông tin, dữ liệu thu được chưa đầy đủ, gây ảnh hưởng đến khả năng quản lý phương tiện biển.

Từ những thực tế đó, luận án “**Xây dựng hệ thống thông tin nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường cho các phương tiện giao thông biển**” được triển khai nghiên cứu, thực hiện nhằm đề xuất ý tưởng xây dựng hệ thống thông tin biển cải tiến AIS+SS cũng như đề xuất một số giải pháp kỹ thuật cụ thể để tối ưu hiệu năng hệ thống. *Hệ thống AIS+SS (AIS + băng S + vệ tinh) sẽ kế thừa những ưu điểm của hệ thống AIS hiện tại về mặt quản lý và hỗ trợ phương tiện biển ở khoảng cách gần bờ. Hệ thống AIS+SS sẽ có thêm tuyến liên lạc băng S để kết nối với vệ tinh nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường phương tiện biển ở khoảng cách xa bờ.*

Ý tưởng và giải pháp kỹ thuật được thực hiện thông qua xây dựng mô hình giả lập hệ thống thông tin giữa tàu thuyền trên biển và trung tâm trên đất liền thu thập, quản lý, hiển thị bức tranh tình huống trên biển. Mô hình cho phép đánh giá hệ thống thu phát trong khuôn khổ phòng thí nghiệm.

2. Nội dung nghiên cứu

Nội dung nghiên cứu của luận án tập trung nghiên cứu và giải quyết các vấn đề sau:

1. Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết thông tin vệ tinh, lý thuyết về kỹ thuật siêu cao tần và tổng quan các hệ thống thông tin biển hiện nay, luận án tập trung nghiên cứu giải quyết vấn đề về công suất lớn ở tuyến phát, độ nhạy cao ở tuyến thu. Từ đó đưa ra mô hình hệ thống cải tiến với khả năng thay đổi linh hoạt công suất và tần số phát, kết nối với vệ tinh để mở rộng vùng quản lý và giám sát.
2. Thiết kế tuyến phát và tuyến thu, từ đó nghiên cứu tối ưu các phần tử cao tần trong hệ thống thu phát thông tin cải

tiền. Đặc biệt, luận án tập trung nghiên cứu tối ưu bộ chia/cộng công suất ở tuyến phát và thiết kế tuyến thu cso độ nhạy cao. Hệ thu phát giả lập thông tin biển được thiết kế thử nghiệm với quy mô phòng thí nghiệm.

3. Mục tiêu của luận án

Mục tiêu chung

- Nghiên cứu, phát triển và xây dựng mô hình hệ thống thông tin liên lạc nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường cho các phương tiện biển.

Mục tiêu cụ thể

- Nghiên cứu tính toán các tham số chính trong hệ thống thông tin liên lạc cải tiến giữa phương tiện biển, vệ tinh và trạm đất liền.
- Nghiên cứu thiết kế tuyến phát dựa trên đề xuất tối ưu bộ chia/cộng công suất cao tần kiểu ghép Coupler kết hợp với mặt phẳng đất hở.
- Nghiên cứu thiết kế tuyến thu dựa trên đề xuất sử dụng bộ khuếch đại tạp âm cấu trúc cân bằng có nhiều nền thấp, bộ dao động nội có độ ổn định cao, kết hợp với khả năng thu giải mã, hiện thị bức tranh tình huống trên biển.

4. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của luận án dựa trên đánh giá tổng quan, phân tích mô hình, mô phỏng, xây dựng mô hình hệ thống, đề xuất các giải pháp tối ưu thiết kế, chế tạo thiết bị, đo đạc, đánh giá kiểm chứng, thực nghiệm kết quả.

5. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Hệ thống thông tin trên biển băng tần HF, VHF, UHF, L, S.
- Hệ thống thông tin vệ tinh.

- Kỹ thuật và công nghệ siêu cao tần trong lĩnh vực phát công suất lớn và thu tín hiệu bé trên tạp âm.

6. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

- **Ý nghĩa khoa học:** Luận án đưa ra ý tưởng xây dựng hệ thống thông tin biển với khả năng nâng cao quản lý, giám sát và hỗ trợ dẫn đường các phương tiện giao thông trên biển. Luận án tập trung đưa ra đề xuất tối ưu thiết kế cho một số phần tử cao tần để cải thiện về hệ số suy hao, hệ số mấp mô, dải thông. Mô hình hệ thống thu phát được thiết kế, chế tạo và thử nghiệm trong khuôn khổ phòng thí nghiệm.
- **Ý nghĩa thực tiễn:** Nội dung nghiên cứu của luận án liên quan đến Đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, phóng và vận hành thử nghiệm vệ tinh siêu nhỏ cỡ nano” do Trung tâm Vũ trụ Việt nam làm cơ quan chủ trì (7/2017 - 7/2020): Sản phẩm của đề tài là một vệ tinh siêu nhỏ cỡ nano có gắn thiết bị thu tín hiệu của hệ thống định danh tự động (Automatic Identification System - AIS) từ phương tiện biển sau đó truyền về trạm mặt đất.

7. Bố cục của luận án

Luận án gồm phần mở đầu, 3 chương và phần kết luận. Trong đó nội dung các chương như sau:

Chương 1: Chương này trình bày nghiên cứu tổng quan về một số hệ thống thông tin biển. Trên cơ sở phân tích tình hình tổng quan của các nghiên cứu trong nước và trên thế giới, từ đó có cơ sở đánh giá và đưa ra ý tưởng về mô hình hệ thống thông tin cải tiến nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường cho các phương tiện giao thông trên biển.

Chương 2: Chương này trình bày về tính toán quỹ đường truyền của hệ thống thông tin biển đề xuất. Trình bày phát triển của luận án trong việc đề xuất thiết kế tối ưu bộ chia/cộng tín hiệu cao tần kiểu ghép (Coupler) kết hợp với cấu trúc mặt phẳng đất hở (DGS) ứng dụng trong tuyến phát.

Chương 3: Chương này trình bày về đề xuất thiết kế một số phần tử ở tuyến thu tín hiệu kết hợp với trung tâm thu thập, hiển thị bức tranh tình huống trong hệ thống thông tin. nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường phương tiện biển.

Phần kết luận chung và hướng nghiên cứu tiếp theo của luận án: Trình bày tóm tắt các kết quả đạt được của luận án và nêu ra hướng phát triển tiếp theo cũng như những nghiên cứu dự kiến sẽ thực hiện trong tương lai.

8. Những đóng góp của luận án

- Đề xuất ý tưởng về mô hình hệ thống thông tin quản lý phương tiện biển sử dụng vệ tinh có cơ chế chuyển tần linh hoạt, có khả năng phản ứng nhanh trong thời gian thực và có khả năng quản lý giám sát khi phương tiện ở khoảng cách xa.
- Đề xuất giải pháp chia/cộng công suất sử dụng chia/cộng kiểu ghép Coupler kết hợp với cấu trúc mặt phẳng đất hở ứng dụng trong tuyến phát của hệ thống thông tin quản lý phương tiện biển cải tiến.
- Đề xuất thiết kế tuyến thu có độ nhạy thấp, giải mã dữ liệu và giả lập hiển thị bức tranh tình huống trên biển trong hệ thống thông tin quản lý phương tiện.

CHƯƠNG 1.

HỆ THỐNG THÔNG TIN BIỂN

Chương 1 sẽ trình bày tổng quan về các hệ thống thông tin biển hiện nay được dùng để giám sát, định vị và cứu hộ, cứu nạn phương tiện biển (sau đây gọi là hệ thống thông tin biển). Kiến trúc của các hệ thống đang tồn tại sẽ được phân tích để đưa ra đánh giá về ưu nhược điểm, từ đó xác định những vấn đề còn hạn chế.

Trên cơ sở đó, chương này trình bày ý tưởng xây dựng hệ thống thông tin cải tiến cho phép phương tiện biển linh hoạt thay đổi tham số phát, có khả năng kết nối với vệ tinh khi ở khoảng cách xa. Trung tâm trên đất liền thu thập, xử lý dữ liệu, quản lý và hiển thị bức tranh tình huống trên biển.

1.1. Tổng quan về hệ thống thông tin biển

Ý tưởng ban đầu của hệ thống thông tin biển là xây dựng hệ thống thông tin cho phương tiện biển, với mục đích phục vụ tìm kiếm, cứu hộ, cứu nạn, giám sát, điều hành, an toàn lãnh hải... Để có thể phục vụ các mục đích trên, hệ thống thông tin biển cơ bản bao gồm 3 thành phần: thiết bị trên phương tiện biển, trạm chuyển tiếp, trạm điều hành. Các thông tin được trao đổi bao gồm: thông tin định vị, thông tin định thời và thông tin định danh.

1.2. Các hệ thống thông tin biển hiện nay

Các hệ thống thông tin biển phổ biến nhất hiện nay là Hệ thống thông tin an toàn và cứu nạn hàng hải GMDSS và Hệ thống định danh tự động AIS.

1.2.1. Hệ thống thông tin an toàn và cứu nạn hàng hải GMDSS

GMDSS là hệ thống thông tin biển phục vụ tìm kiếm và cứu hộ, cứu nạn. GMDSS sử dụng đồng thời cả truyền thông vệ tinh và truyền thông mặt đất. GMDSS cung cấp dịch vụ tìm kiếm và cứu hộ, cứu nạn, dịch vụ thoại và truyền dữ liệu tốc độ cao. Tuy nhiên GMDSS không cung cấp dịch vụ cầu cứu

GMDSS có các đặc điểm như sau:

- Cung cấp dịch vụ tìm kiếm và cứu hộ, cứu nạn thông qua truyền thông vệ tinh và truyền thông mặt đất.
- Cung cấp dịch vụ thoại và truyền dữ liệu tốc độ cao trên hệ thống vệ tinh INMARSAT.
- Không cung cấp dịch vụ giám sát và điều hành giao thông biển, đây là một khía cạnh khá khác biệt của GMDSS khi so sánh với mục tiêu của luận án.

1.2.2. Hệ thống định danh tự động AIS

AIS cung cấp khả năng quản lý, giám sát, điều hành và định vị dẫn đường cho phương tiện biển. AIS ban đầu được xây dựng để sử dụng cho truyền thông mặt đất với trạm gần bờ. Tuy nhiên, sử dụng truyền thông mặt đất khiến AIS không đủ khả năng quản lý phương tiện biển ở xa bờ (khoảng cách >20 hải lý). Một số nghiên

cứu về máy thu AIS trên vệ tinh đã được triển khai với mục đích sử dụng vệ tinh như 1 trạm chuyển tiếp dữ liệu để tăng khoảng cách giám sát.

Hệ thống này tương đối phù hợp với mục tiêu luận án là xây dựng hệ thống thông tin nhằm nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ dẫn đường cho phương tiện giao thông trên biển. Tuy nhiên AIS vẫn có một số vấn đề còn tồn tại;

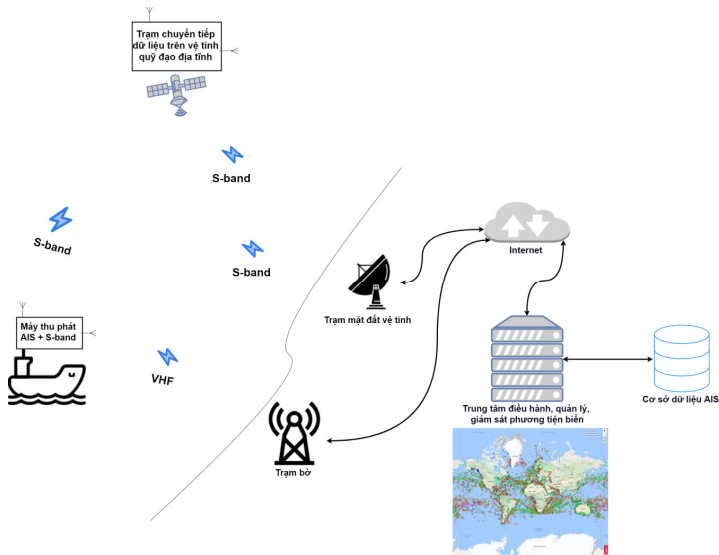
- AIS không cung cấp dịch vụ cứu cứu.
- Hệ thống truyền thông của AIS được thiết kế là một hệ truyền thông mặt đất, để liên lạc với trạm gần bờ, không phục vụ quản lý xa bờ.
- AIS là hệ thống truyền thông mặt đất sử dụng tần số VHF, tín hiệu AIS từ phương tiện biển được phát vô hướng mà không có chủ đích bám vệ tinh để truyền dữ liệu.
- Do đặc thù về tần số và công suất vô tuyến, nhiều vệ tinh thu tín hiệu AIS hiện nay đều có quỹ đạo Trái Đất thấp dưới 1000km do khoảng cách liên lạc không cho phép. Với đặc trưng quỹ đạo này các vệ tinh AIS hiện nay không đủ khả năng giám sát một vùng biển cố định 24/7.

1.3. Các nghiên cứu liên quan

Các nghiên cứu trong nước hiện nay chủ yếu tập trung tối ưu hệ thống GMDSS như bài toán quy hoạch mạng đài bờ hoặc tính toán phân loại vùng biển. Một số đề tài lớn như đề tài MOVIMAR tập trung xây dựng mạng quản lý tàu khai thác tài nguyên thủy hải sản hoặc đề tài phát triển vệ tinh cỡ nano có gắn bộ thu AIS của Trung tâm Vũ trụ Việt Nam vẫn đang trong giai đoạn nghiên cứu.

Các nghiên cứu ngoài nước về hệ thống GMDSS chủ yếu tập trung vào khắc phục các vấn đề liên quan đến cảnh báo sai và bài toán định tuyến luồng dữ liệu. Liên quan đến hệ thống AIS, các nghiên cứu mới dừng ở mức đánh giá tính khả thi và xác nhận khả năng hoạt động trên quỹ đạo của tín hiệu AIS.

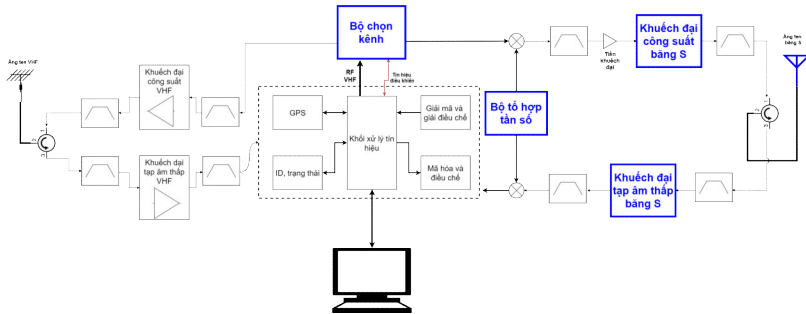
1.4. Đề xuất ý tưởng hệ thống thông tin biển cải tiến AIS+SS



Hình 1.9. Đề xuất kịch bản hoạt động hệ thống thông tin biển.

Luận án định hướng nghiên cứu một hệ thống thông tin cải tiến, kế thừa hệ thống AIS mặt đất, và có khả năng hoạt động đa băng tần, linh hoạt thay đổi công suất phát để chủ động liên lạc với vệ tinh khi ở khoảng cách xa. Cụ thể ý tưởng của luận án là xây dựng một hệ thống AIS+SS với nguyên lý hoạt động như hình 1.9.

AIS+SS là hệ thống AIS hiện tại nhưng được bổ sung tuyến liên lạc băng S và có khả năng chủ động kết nối với vệ tinh.



Hình 1.12. Đề xuất kiến trúc khối truyền thông cho hệ thống AIS+SS trên phương tiện biển.

Một số ưu điểm của hệ thống AIS+SS được đề xuất:

- Do kế thừa hệ thống AIS hiện tại nên hệ thống AIS+SS vẫn duy trì việc tối ưu trong quản lý, giám sát và hỗ trợ dẫn đường phương tiện biển ở khoảng cách gần.
- Chủ động kết nối với vệ tinh địa tĩnh khi phương tiện ở khoảng cách xa, do vậy vùng quản lý, giám sát được mở rộng; hỗ trợ điều hành thời gian thực.

1.5. Xác định nội dung nghiên cứu

- Xây dựng mô hình tổng quan hệ thống thông tin biển AIS+SS (AIS + S band + Satellite), đề xuất kịch bản hoạt động. Trên cơ sở kế thừa hệ AIS hiện tại và phát triển thêm tuyến liên lạc với vệ tinh qua băng tần S.

- Nghiên cứu và đưa ra giải pháp cụ thể, tối ưu một số phần tử cao tần trong tuyến phát của hệ thống AIS+SS.
- Nghiên cứu và đưa ra giải pháp cụ thể, tối ưu một số phần tử cao tần trong tuyến thu của hệ thống AIS+SS.
- Nghiên cứu và đưa ra quy trình xử lý, giải mã bản tin và hiển thị giả lập bức tranh tình huống giao thông trên biển.

Kết luận chương 1.

Chương 1 đã trình bày tổng quan về hệ thống thông tin biển cũng như các vấn đề còn tồn tại. Một số nghiên cứu trong nước và trên thế giới cũng đã được phân tích để chỉ ra những vấn đề còn chưa được giải quyết trên tinh thần tối ưu toàn hệ thống nói chung và tối ưu khối truyền thông nói riêng. Ý tưởng, kịch bản hoạt động của hệ thống thông tin biển và kiến trúc khối truyền thông đi kèm đã được đề xuất. Thiết kế này cho phép linh hoạt thay đổi tần số hoạt động, cung cấp công suất phát lớn và khả năng thu tín hiệu bé cho truyền thông vệ tinh. Trong chương tiếp theo, nghiên cứu sinh sẽ tập trung vào quỹ đường truyền của hệ thống đã đề xuất và đưa ra giải pháp thiết kế tối ưu cụ thể cho bộ chia/cộng công suất ở tuyến phát.

CHƯƠNG 2.

THIẾT KẾ, TỐI ƯU TUYẾN PHÁT

CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN BIỂN AIS+SS

Như được phân tích và đề cập trong chương 1, luận án sẽ đi sâu vào tối ưu một số phần tử cao tần quan trọng của hệ thống trong tuyến phát và tuyến thu. Trước khi đề xuất giải pháp tối ưu cụ thể, quỹ đường truyền được tính toán và đưa ra những tham số chính của hệ thống. Chương này sẽ tập trung vào tuyến phát, cụ thể là đưa ra giải pháp tổng hợp công suất ở tần số băng S sử dụng bộ chia/cộng công suất kiểu ghép Coupler kết hợp cấu trúc mặt phẳng đất hở DGS. Các tham số của bộ chia/cộng được tối ưu gồm: phối hợp trở kháng tại các cửa đầu vào/ra, hệ số chia, độ mất mô, dải thông, và hệ số cách ly.

2.1. Tính toán quỹ đường truyền của hệ thống AIS+SS

Các thông số giả định ban đầu (chi tiết tham khảo phụ lục 1): Độ cao quỹ đạo địa tĩnh: 36000km. Tần số hoạt động: 2.225GHz (tham khảo từ vệ tinh NanoDragon - VNSC). Hệ số tăng ích ăng ten vệ tinh: 20dBi. Hệ số tăng ích ăng ten phát: 11dBi. Nhiệt độ tạp âm hệ thống: 300K. Tốc độ dữ liệu: 9600bps. E_b / N_0 yêu cầu: 21dB.

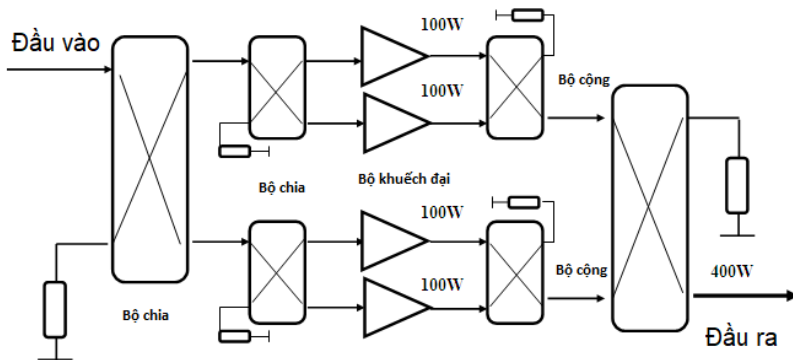
EIRP yêu cầu ở phía phát là 37dBW. Với hệ số tăng ích ăng ten phát là 11dBi, công suất phát yêu cầu là 400W (tương đương 26dBW). Cường độ tín hiệu ở phía thu ngay sau ăng ten: -

110.5dBm, đây cũng là giá trị độ nhạy thu yêu cầu cho hệ thống được đề xuất.

2.2. Tuyến phát băng S trong hệ thống AIS+SS

Tuyến phát băng S trong hệ thống AIS+SS bao gồm hai thành phần chính là tuyến phát băng S trên phương tiện biển và tuyến phát băng S trên vệ tinh. Luận án sẽ tập trung trình bày tuyến phát băng S trên phương tiện biển. Yêu cầu quan trọng đặt ra cho tuyến phát băng S trên phương tiện biển là công suất phát tối thiểu là 400W.

2.3. Tối ưu tầng công suất cao tần



Hình 2.4. Sơ đồ khối tầng khuếch đại công suất.

2.3.1. Thiết kế bộ khuếch đại công suất

Phương pháp phối hợp trở kháng băng rộng, thay đổi thang trở kháng đặc trưng được lựa chọn áp dụng để thiết kế và chế tạo thử nghiệm các bộ công suất cơ sở 130W. Bo mạch bộ khuếch đại

công suất sau khi được chế tạo thử nghiệm có kích thước 125 x 105 mm, $V_{GS} = 2.34V$, $V_{DS} = 24.3V$ và dòng tĩnh $ID = 0.74A$. Bo mạch khuếch đại công suất có khả năng chịu công suất lên tới 130W với hệ số khuếch đại cực đại 13.6dB tại tần số trung tâm 2.4GHz. Bộ khuếch đại cũng cung cấp khả năng hoạt động tốt trong băng thông -3dB (2.3GHz đến 2.5GHz) nhờ hệ số khuếch đại phẳng trong dải tần này.

2.3.2. Thiết kế bộ chia/cộng tín hiệu cao tần

2.3.2.1 Một số kiến trúc chia/cộng tín hiệu cao tần

Ba cấu trúc được nhiều nhà nghiên cứu tập trung nghiên cứu là bộ chia cộng kiểu Gysel, bộ chia cộng kiểu Wilkinson và bộ chia cộng kiểu Coupler

2.3.2.2 Cấu trúc DGS

DGS là cấu trúc với mặt phẳng đất hở dẫn đến thay đổi phân bố dòng bao quanh qua đó làm thay đổi đặc tính đường truyền về cảm kháng và dung kháng. Kỹ thuật DGS có những tính chất ưu việt qua đó giúp giảm đáng kể kích thước mạch cao tần, tăng khả năng chọn lọc tần số, cung cấp băng thông độ phân giải cao, hay độ mấp mô tần số thông dải rất thấp. Cấu trúc DGS có được mô tả bởi các mạch tương đương dạng LC/RLC, dạng π , hoặc dạng quasi tĩnh.

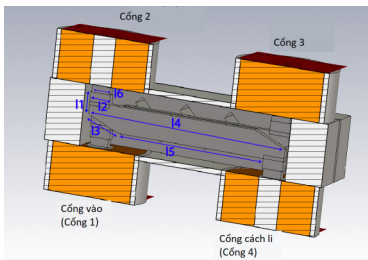
2.3.2.3 Một số công trình nghiên cứu liên quan

Những nghiên cứu về thiết kế, tối ưu bộ chia cộng tín hiệu cao tần đã được tập trung nghiên cứu trong nhiều năm trở lại đây.

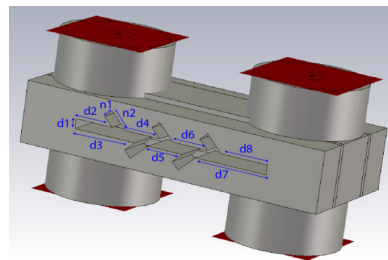
Trong đó có 3 loại bộ chia/cộng chính được tập trung nghiên cứu là bộ chia/cộng kiểu Gysel, kiểu Wilkinson và kiểu Coupler.

2.3.2.4 Đề xuất áp dụng cấu trúc DGS cho bộ chia/cộng kiểu Coupler

Dựa vào những phân tích ở trên, mục này sẽ trình bày đề xuất thiết kế bộ chia/cộng tín hiệu cao tần kiểu Coupler có sử dụng cấu trúc mặt phẳng đất hở DGS. Bộ chia/cộng được đề xuất có băng rộng, độ suy hao thấp và đặc biệt là có khả năng chịu công suất lớn, băng tần S. Thiết kế của bộ chia/cộng đề xuất sử dụng cấu trúc DGS trên mô hình BSS (Broadside-coupled air suspended stripline) để làm mở rộng băng thông, tăng độ chính xác của hệ số ghép và giảm tối đa các suy hao không cần thiết. Bộ coupler được đề xuất như hình 2.31 và hình 2.32.



Hình 2.31. Cấu trúc bên trong của bộ chia/cộng



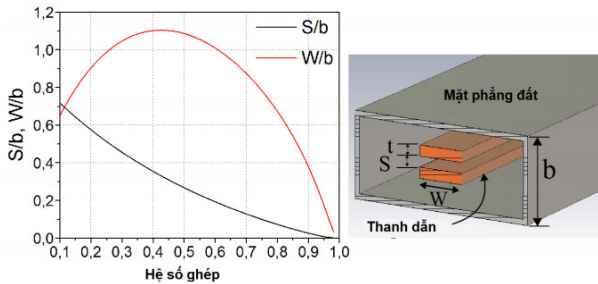
Hình 2.32. Cấu trúc bên ngoài của bộ chia/cộng

Cấu trúc BSS được đặc điểm hóa bởi hai đường dây truyền với trở kháng đặc tính chuẩn lẻ $Z_{0,e}$, $Z_{0,o}$:

$$\Delta Z_{0i} = \pm \left[\begin{aligned} & \left(\frac{\partial Z_{0i}}{\partial W} \Delta W \right)^2 + \left(\frac{\partial Z_{0i}}{\partial S} \Delta S \right)^2 + \left(\frac{\partial Z_{0i}}{\partial b} \Delta b \right)^2 + \left(\frac{\partial Z_{0i}}{\partial t} \Delta t \right)^2 \\ & + \left(\frac{\partial Z_{0i}}{\partial \epsilon_r} \Delta \epsilon_r \right)^2 \end{aligned} \right]^{1/2} \quad (2.38)$$

Hệ số ghép:

$$\Delta C = \pm \left[\sum_{p=1}^5 \left(\frac{\partial C}{\partial X_p} \Delta X_p \right)^2 \right]^{1/2} \quad (2.39)$$



Hình 2.33. Sự phụ thuộc của S/b và W/b với tỷ lệ ghép trong môi trường không khí (hình bên trái); Cấu trúc bộ Coupler (bên phải): S là khoảng cách giữa 2 thanh; t là độ dày thanh và W là chiều rộng thanh ghép; b là khoảng cách của hai mặt đất.

Bộ chia cộng sau khi được chế tạo được thử nghiệm với mức công suất đặt vào là 1 kW thì mức cường độ tối đa là 0.126 MV/m, đây là giá trị an toàn. Dải thông đo được là xấp xỉ 930 Mhz. Suy hao đo được là $-3.02 \pm 0.2dB$. Cổng 1 và 3 cho thấy kết quả phối hợp trở kháng tốt hơn ($-40dB$) so với cổng 2 và 4 ($-30dB$). Độ lệch pha của 2 cổng là 90 ± 1 độ. Nhờ việc sử dụng thanh đồng trong môi trường không khí kết hợp với cấu trúc DGS, bộ coupler được chế tạo có băng thông rộng, hệ số chia chính xác, hệ số cách ly cao, có khả năng chịu công suất lớn.

Kết luận chương 2

Các kết quả liên quan đến chương 2 đã được công bố ở công trình số [1, 5, 6]. Một số kết quả đã đạt được ở chương 2 là:

- Tính toán thiết kế quỹ đường truyền và đưa ra yêu cầu thiết kế về các tham số chính của hệ thống AIS+SS.
- Đề xuất giải pháp thiết kế bộ chia/cộng cao tần có hệ số chia/cộng chính xác -3.02 dB, độ mấp mô thấp, băng thông rộng 930 MHz, hệ số cách ly tốt hơn -25 dB, hệ số suy hao tốt hơn -18 dB. Có khả năng chịu công suất cao.

CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG TUYẾN THU VÀ GIẢI MÃ DỮ LIỆU TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN BIỂN AIS+SS.

Nội dung chương 3 tập trung nghiên cứu mô hình cho tuyến thu thông tin biển của hệ thống AIS+SS. Tương tự chương 2, kiến trúc tuyến thu được đề xuất trong chương 1 sẽ được làm rõ ở chương này. Do đó, chương này sẽ tập trung nghiên cứu tối ưu thiết kế bộ khuếch đại tạp âm thấp, bộ tạo dao động, đưa ra quy trình thu, giải mã dữ liệu và giả lập bức tranh tình huống trên biển.

3.1. Mô hình tổng quan tuyến thu trong hệ AIS+SS

Mô hình tổng quan tuyến thu vệ tinh, trên mặt đất và phương tiện biển lần lượt được khoanh vùng như trong hình 3.1, 3.2, và hình 3.3. Tương tự với tuyến phát, tuyến thu băng tần VHF được kế thừa từ hệ thống AIS nên trong chương này chỉ tập trung vào phân tích tuyến thu băng S. Tuyến thu băng tần S bao gồm các thành phần chính như: ăng ten thu, bộ khuếch đại tạp âm thấp, bộ lọc, bộ tổ hợp tần số, bộ trộn tần xuống và bộ giải điều chế.

Yêu cầu quan trọng cho tuyến thu là cần đảm bảo được độ nhạy thu tối thiểu là $-110.5dBm$ với tốc độ dữ liệu 9600bps, tần số

2.225G với kiểu điều chế FSK/QPSK. Ngoài ra, tín hiệu vô tuyến đầu ra và đầu vào của bộ tạo dữ liệu và điều chế cũng cần đảm bảo ở tần số VHF từ 161-162MHz để đảm bảo tương thích với hệ thống AIS cũ, cũng như phù hợp với dải tần số hoạt động của bộ chuyển tần lên và xuống.

3.2. Thiết kế bộ khuếch đại tạp âm thấp

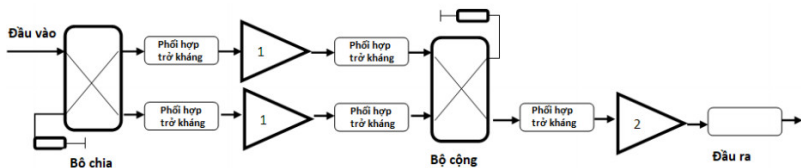
3.2.1. Lý thuyết cơ sở

Các thông số cần đánh giá của một bộ khuếch đại tạp âm thấp là: hệ số tạp nhiễu, độ ổn định, điểm nén công suất 1dB, hệ số khuếch đại và độ ổn định hệ số khuếch đại.

3.2.2. Tổng quan những nghiên cứu liên quan

Trong khuôn khổ luận án này, tác giả lựa chọn cách tiếp cận thứ hai là đưa ra cấu hình tối ưu và lựa chọn linh kiện có tham số tốt như hệ số khuếch đại cao, bộ tạp nhiễu thấp, tuyến tính cao.

3.2.3. Đề xuất sử dụng bộ khuếch đại tạp âm thấp có cấu trúc cân bằng



Hình 3.5. Sơ đồ khối bộ khuếch đại tạp âm thấp.

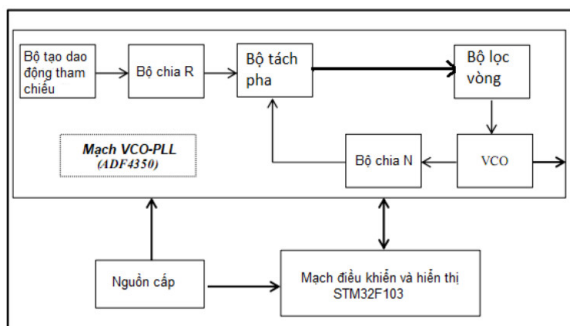
Bộ khuếch đại tạp âm thấp có hệ số khuếch đại khoảng 30 dB. Dải thông của bộ khuếch đại là 30 MHz với độ gợn là 0.2 dB;

130 MHz với độ gợn là 0.5 dB. Do sử dụng hai bộ Coupler tần số 1700 MHz ÷ 2300 MHz nên các cộng hưởng ngoài băng bị triệt tiêu. Hệ số tạp nhiễu và điểm nén 1 dB ở tần số 1900 MHz tới 2100 MHz lần lượt là 1.5 và 23 dBm.

3.3. Thiết kế bộ trộn tần

Bộ trộn tần xuống được thiết kế, chế tạo và chọn lọc ở tần số 300 MHz nhờ sử dụng linh kiện LTC5510. Trong dải tần từ 100 MHz đến 1.49 GHz, các tần số không mong muốn đã bị loại bỏ. Với kết quả thiết kế này, có thể kết luận rằng bộ trộn tần xuống đã đảm bảo yêu cầu đề ra.

3.4. Thiết kế bộ tạo dao động nội



Hình 3.10. Sơ đồ thiết kế bộ tổ hợp tần số.

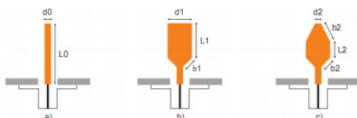
Bộ tổ hợp tần số gồm 2 mô đun: Mô đun điều khiển và hiển thị được thiết kế chế tạo trên vật liệu Fr4- 2 lớp với kích thước 7x14 cm; Mô đun PLL tích hợp VCO được thiết kế và chế tạo trên vật liệu Fr4 – 4 lớp với kích thước là 5.5 x 6 cm. Có thể thấy rằng, công suất lỗi ra nằm trong khoảng từ -6 dBm đến -3 dBm trong một dải tần số băng rộng từ 600 MHz đến 4.2 GHz. Hình 3.12 mô tả mức độ

nhiều pha với -90 dBc/Hz tại 1 KHz và -100 dBc/Hz tại 100 KHz. Kết quả thực tế khá tương đồng so với kết quả mô phỏng. Với bộ tổ hợp tần số được thiết kế, độ ổn định và sai số được so sánh với TCXO, nằm trong khoảng ± 3 ppm. Tại tần số $1,6$ GHz có độ sai số là 40 Hz – đây là giá trị sai số rất bé.

3.5. Thiết kế bộ điều chế và giải điều chế dữ liệu

Mô đun điều chế và giải điều chế dữ liệu có khả năng hoạt động ở dải tần từ UHF trở xuống. Mức cường độ có thể thay đổi thay đổi tăng giảm linh hoạt từ -5 dBm tới $+25$ dBm bằng phần mềm hoặc trực tiếp trên màn hình. Hai bậc hai của bộ tạo dữ liệu được khảo sát như trong hình 3.18. Hai bậc 2 có đỉnh rất thấp và kém đỉnh tín hiệu là 54 dB.

3.6. Thiết kế ăng ten băng tần S



Hình 3.21. Điều chỉnh kích thước của feed horn.

Ăng ten được chế tạo nhằm mục đích kiểm thử trong phòng thí nghiệm dưới dạng ăng ten loa. Hệ số tăng ích lớn nhất của Ăng ten là 17.5 dBi tại 2.8 GHz. Búp sóng chính của ăng ten rộng khoảng gần 40 độ và búp sóng phụ thấp.

3.7. Tích hợp và thử nghiệm tuyến thu

Một thử nghiệm đánh giá tuyến thu được tiến hành. Tín hiệu phát đã điều chế được đưa vào tuyến thu với đầy đủ các thành phần đã được thiết kế, chế tạo và kiểm thử trong luận án này. Kết quả cho thấy, tuyến thu đảm bảo chất lượng truyền thông theo yêu cầu ở mức tín hiệu -113 dBm.

3.8. Quy trình xử lý giải mã và hiển thị giả lập bức tranh tình huống trên biển

3.8.1. Cấu trúc bản tin

Bản tin được trao đổi trong hệ thống AIS+SS bao gồm bản tin loại 1, 2 và 3 dạng AIVDM kế thừa từ hệ thống AIS mặt đất và bản tin cầu cứu được đề xuất trong luận án này.

3.8.2. Quy trình xử lý

Các quy trình xử lý được xem xét trong hệ thống AIS+SS bao gồm:

- Quy trình gửi bản tin, bao gồm bản tin giám sát và bản tin cầu cứu.
- Quy trình chuyển tiếp bản tin.
- Quy trình xử lý bản tin ở trạm điều hành.

3.8.3. Thử nghiệm giải mã và hiển thị giả lập bức tranh tình huống trên biển

Các thiết bị thu phát sau khi được chế tạo có thể giao tiếp với một phần mềm trên máy tính. Để tối giản nên việc thử nghiệm sẽ thực hiện thu phát giữa bộ tạo dữ liệu và bộ giải mã dữ liệu. Thử nghiệm được tiến hành bằng cách đặt thiết bị thu cố định và di chuyển thiết bị phát trong một khu vực nhỏ có đường kính khoảng 1km. Thiết bị thu giả lập như trạm bờ và thiết bị phát được giả lập như một phương tiện biển. Kết quả này cho thấy phần mềm giải mã vị trí phương tiện tương đối chính xác.

Kết luận chương 3

Những kết quả nghiên cứu trong chương 3 đã được công bố ở công trình số [2, 3, 4]. Một số kết quả đã đạt được ở Chương 3 là:

- Bộ khuếch đại tạp âm thấp được đề xuất sử dụng cấu trúc cân bằng có băng thông rộng, hệ số mấp mô thấp, phối hợp trở kháng tốt, hệ

số khuếch đại cao và tạp nhiễu thấp. Kết quả đã đạt chỉ tiêu đề ra cho bộ khuếch đại tạp âm thấp về dải tần hoạt động, băng thông yêu cầu, độ mất mô, hệ số khuếch đại và hệ số tạp nhiễu.

- Bộ tạo dao động hoạt động ổn định, sai số thấp.
- Quy trình xử lý, phần mềm đóng gói, giải mã bản tin AIS cũng đã được xây dựng và bước đầu đáp ứng khả năng giám sát vị trí của thiết bị phát.
- Các kết quả thử nghiệm riêng cho tuyến thu đã cho thấy tuyến thu đáp ứng được yêu cầu độ nhạy thu đề ra ở chương 2 là $\leq -110.5dBm$

KẾT LUẬN CHUNG

VÀ ĐỊNH HƯỚNG NGHIÊN CỨU TƯƠNG LAI

L luận án đã tiến hành phân tích các yêu cầu thực tế cũng như các vấn đề còn tồn tại của các hệ thống thông tin biển, các mục tiêu nghiên cứu của luận án được xác định và đề xuất các giải pháp xử lý, cụ thể:

- Xây dựng và đề xuất mô hình tổng quan hệ thống thông tin biển AIS+SS. Hệ thống được đề xuất cho phép phương tiện biển chủ động kết nối với vệ tinh khi ở khoảng cách xa (trên 20 hải lý từ trạm bờ). Qua đó góp phần nâng cao khả năng quản lý và hỗ trợ định vị dẫn đường cho phương tiện giao thông trên biển.
- Đưa ra mô hình tuyến phát trong hệ thống thông tin biển AIS+SS. Tuyến phát có khả năng thay đổi tham số để linh hoạt chuyển chế độ theo vị trí và trạng thái của phương tiện. Luận án đề xuất sử dụng bộ

chia/cộng kiểu ghép Coupler để tối ưu cho tuyến phát. Bộ chia/cộng được đề xuất đã áp dụng kỹ thuật DGS cho cấu trúc đường truyền vi dải trong môi trường không khí. Đây là giải pháp mới giúp bộ chia/cộng có băng thông rộng 930 MHz, độ mất mô trong dải thông thấp cỡ 0.2 dB, hệ số chia chính xác -3.02 dB, tăng khả năng phối hợp trở kháng và chịu công suất phù hợp với tuyến phát.

- Đưa ra mô hình tuyến thu trong hệ thống thông tin biển AIS+SS. Đề xuất thiết kế một số phần tử cao tần như bộ khuếch đại tạp âm thấp, bộ tạo dao động nội, bộ chuyển tần, ăng ten và quy trình giải mã, xử lý bản tin. Nổi bật là bộ khuếch đại tạp âm thấp được đề xuất có cấu trúc cân bằng, hệ số khuếch đại cao 30dB, hệ số tạp nhiễu đo thực tế cỡ 1.5dB. Bộ tạo dao động nội cho hệ số nhiễu pha thấp -90 dBc/Hz tại 1kHz, -100dBc/Hz tại 20kHz, -110dBc/Hz tại 100kHz. Tuyến thu được đề xuất có độ nhạy thu đạt -113dBm, thỏa mãn yêu cầu thiết kế trong hệ thống AIS+SS.

- Mô hình tuyến thu phát và xử lý tín hiệu băng tần S được tích hợp và thử nghiệm thông tuyến trong khuôn khổ phòng thí nghiệm.

Những kết quả của luận án đã được trình bày trong 6 công trình đã công bố mà nghiên cứu sinh là đồng tác giả.

Định hướng nghiên cứu tiếp theo:

- Xây dựng và đề xuất thuật toán xử lý tối ưu chuyển tần linh hoạt.
- Nghiên cứu đánh giá khả thi cấu hình đa băng tần cho hệ thống AIS+SS.
- Tích hợp hệ thu phát vào trạm mặt đất tại Trung tâm Vũ trụ Việt Nam.

DANH MỤC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC CỦA TÁC GIẢ LIÊN QUAN ĐẾN LUẬN ÁN

1. **The Anh Nguyen Dinh**, Long Hoang Duc, Duong Bach Gia, and Dragos Dancila, “A design of wide-band high-power 3-dB quadrature coupler using defectedground structure for status data transmitting system”, *Bulletin of Electrical Engineering and Informatics*, (Scopus/Scimago JR indexed journal, SJR 2018 Q2), chấp nhận đăng ngày 26-9-2019.
2. **The Anh Nguyen Dinh**, Huy Le Xuan, Tuan Anh Vu, and Duong Bach Gia, “A Status Data Transmitting System for Vessel Monitoring”, *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)* Vol. 8, No. 2, April 2018, pp.917 – 925. (Scopus/ScimagoJR indexed journal).
3. **The Anh Nguyen Dinh**, Minh Ngo Duc, Duong Bach Gia, “Design of an SBand Vessel Monitoring System Using Satellites”, *International Journal of Applied Engineering Research Volume 13, Number 8 (2018) pp. 6063-6068*.
4. **The Anh Nguyen Dinh**, Huy Le Xuan, Tuan Anh Vu, and Duong Bach Gia, “Research, Design and Fabrication of a DataTransceiver Module for Vessel Monitoring Systems”, In: the 2016 International Conference Advanced Technologies for Communications (ATC), 12-14 October 2016, Hanoi, Vietnam.
5. **Nguyen, Dinh The Anh** and Bach, Hoang Giang and Trinh, Anh Vu and Bach, Gia Duong (2015), “A Solution to Enhance the Efficiency of the High Power S Band LDMOS Amplifier for Microwave Power Transmission and Wireless Communication”. *VJMW: the 2015 Vietnam-Japan Microwave, 10-11 August 2015, Ho Chi Minh City, Vietnam*.
6. Giang BACH HOANG, **The Anh Nguyen Dinh**, Tuan Anh VU, and Duong BACH GIA, “Research, Design and Fabrication of a 2.4 GHz 130 W Power Amplifier Module for Free-Space Energy-Transmission Systems”. Proceedings of The International Conference on Integrated Circuits, Design, and Verification (ICDV), November14-15, 2014.