

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

NGUYỄN VĂN HẠNH

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG THU TÍN HIỆU
TRONG ĐÀI RA ĐA**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Hà Nội - 2014

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

BỘ QUỐC PHÒNG

VIỆN KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUÂN SỰ

NGUYỄN VĂN HẠNH

**NGHIÊN CỨU MỘT SỐ GIẢI PHÁP
NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG THU TÍN HIỆU
TRONG ĐÀI RA ĐA**

Chuyên ngành : **Kỹ thuật điện tử**

Mã số : **62 52 02 03**

LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:

- 1. TS Nguyễn Thị Ngọc Minh**
- 2. TS Chu Xuân Quang**

Hà Nội – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong luận án là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

TÁC GIẢ LUẬN ÁN**Nguyễn Văn Hạnh**

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc của mình tới các thầy cô hướng dẫn:

- TS Nguyễn Thị Ngọc Minh, Viện Ra đa/ Viện KH & CNQS

- TS Chu Xuân Quang, Viện Vật lý Kỹ thuật/ Viện KH & CNQS

đã trực tiếp hướng dẫn, tận tình chỉ bảo, tạo điều kiện tốt nhất để tôi có thể hoàn thành được luận án này.

Tôi xin chân thành cảm ơn các Nhà khoa học đã cho tôi những ý kiến đóng góp quý báu.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Giám đốc Viện KH & CNQS, Phòng Đào tạo đã tạo điều kiện cho tôi hoàn thành nhiệm vụ.

Tôi xin chân thành cảm ơn Đảng ủy, Thủ trưởng Viện Ra đa, Thủ trưởng Viện Điện tử - Viễn thông đã tạo mọi điều kiện, giúp đỡ tôi đạt kết quả mong muốn.

Tôi xin chân thành cảm ơn Phòng thí nghiệm Ra đa / Viện Ra đa, nơi tôi trực tiếp công tác và học tập, đã tạo mọi điều kiện thuận lợi, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình thực hiện luận án.

Tôi xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè, các đồng nghiệp đã động viên, chia sẻ và giúp đỡ tôi hoàn thành luận án.

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Danh mục các ký hiệu.....	vii
Danh mục các từ viết tắt.....	ix
Danh mục các bảng.....	xi
Danh mục các hình vẽ.....	xii
MỞ ĐẦU.....	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ MÁY THU RA ĐA.....	8
1.1. Cấu hình và cấu trúc máy thu ra đa.....	8
1.1.1. Cấu hình máy thu ra đa.....	8
1.1.2. Phân loại cấu trúc máy thu.....	10
1.1.2.1. Máy thu siêu ngoại sai.....	10
1.1.2.2. Máy thu đổi tần trực tiếp.....	11
1.1.2.3. Máy thu trung tần thấp.....	11
1.1.2.4. Máy thu đa kênh dải rộng.....	12
1.1.3. So sánh các cấu trúc máy thu.....	12
1.2. Các yêu cầu kỹ thuật chính đối với máy thu ra đa.....	14
1.2.1. Tạp và độ nhạy máy thu	14
1.2.1.1. Tạp máy thu.....	14
1.2.1.2. Độ nhạy máy thu	16
1.2.2. Thời gian khôi phục độ nhạy máy thu.....	17
1.2.3. Hệ số khuếch đại, dải động và độ tuyến tính.....	18
1.2.3.1. Hệ số khuếch đại.....	18
1.2.3.2. Dải động.....	18
1.2.3.3. Độ tuyến tính.....	19
1.2.4. Độ chính xác và độ ổn định tần số.....	21
1.3. Xây dựng nội dung nghiên cứu của luận án.....	23
1.3.1. Hiện trạng ra đa của Quân đội ta.....	23
1.3.2. Xu thế phát triển hệ thống thu đài ra đa.....	25

1.3.3. Tổng quan tình hình nghiên cứu.....	26
1.3.3.1. Ngoài nước.....	26
1.3.3.2. Trong nước.....	26
1.3.4. Về chất lượng thu của máy thu ra đa.....	28
1.3.5. Nội dung nghiên cứu của luận án	29
Kết luận chương 1.....	31
CHƯƠNG 2: MỘT SỐ GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG	
THU TÍN HIỆU TRONG ĐÀI RA ĐA.....	
2.1. Hạn chế các tín hiệu cường độ mạnh vào máy thu.....	32
2.1.1. Chức năng, tác dụng của bộ hạn chế công suất trong ra đa.....	35
2.1.2. Bộ hạn chế siêu cao tần bằng bán dẫn.....	36
2.1.2.1. Bộ hạn chế varactor thụ động.....	37
2.1.2.2. Bộ hạn chế điốt PIN.....	39
2.1.2.3. Bộ hạn chế điốt PIN giả tích cực.....	41
2.1.2.4. Bộ hạn chế Varactor PIN.....	42
2.1.2.5. Một số mô hình bộ hạn chế công suất đã sử dụng trong thực tế.....	42
2.1.2.6. Tổng kết.....	44
2.1.3. Đề xuất một bộ hạn chế công suất cho hiệu quả cao.....	44
2.1.4. Tính toán các tham số của bộ hạn chế công suất.....	49
2.2. Nâng cao độ ổn định tần số và giảm mức tạp pha của bộ dao động tại chỗ.....	52
2.2.1. Độ ổn định tần số của các bộ dao động VCO.....	54
2.2.2. Sự phát sinh tạp trong bộ dao động.....	55
2.2.3. Khảo sát tạp điều biên (AM) và điều pha (PM) ở đầu ra bộ dao động dùng transistor.....	55
2.2.3.1. Tạp do chuyển đổi và điều chế trong các bộ dao động	55
2.2.3.2. Điều chế bởi một tín hiệu tạp.....	56
2.2.3.3. Các mô hình tạp của bộ dao động.....	57

2.2.3.4. Cách tiếp cận phi tuyến để tính toán, phân tích tạp của các bộ dao động.....	64
2.2.3.5. Tạp chuyển đổi.....	67
2.2.3.6. Tạp điều chế.....	70
2.2.4. Tạp của bộ dao động với mạch PLL.....	74
2.2.4.1. Giới thiệu chung về vòng khóa pha.....	74
2.2.4.2. Mật độ phổ công suất tạp pha.....	75
2.2.4.3. Phổ tạp pha PLL.....	82
Kết luận chương 2.....	84
CHƯƠNG 3: NGHIÊN CỨU THỰC NGHIỆM.....	
3.1. Bộ hạn chế công suất bảo vệ máy thu đài ra đa	86
3.1.1. Đánh giá công suất lọt sau đèn cặp nhà điện trên đài ra đa.....	86
3.1.2. Mô phỏng bộ hạn chế công suất bằng phần mềm thiết kế mạch siêu cao tần ADS.....	87
3.1.3. Kết quả đo thực tế.....	90
3.1.3.1. Đo trong Phòng thí nghiệm.....	90
3.1.3.2. Đo khi làm việc trên đài ra đa.....	93
3.2. Bộ dao động sử dụng một vòng khóa pha.....	95
3.2.1. Chức năng của bộ dao động đài ra đa trinh sát mặt đất.....	95
3.2.2. Nguyên lý làm việc của bộ dao động đài ra đa trinh sát mặt đất.....	95
3.2.3. Kết quả đo thực tế.....	98
3.2.3.1. Đo, đánh giá phổ dao động.....	98
3.2.3.2. Đo, đánh giá tạp pha.....	98
3.2.3.3. Đo, đánh giá độ ổn định tần số.....	101
3.3. Bộ dao động sử dụng nhiều vòng khóa pha.....	103
3.3.1. Chức năng của bộ dao động LO1 và LO2.....	104
3.3.2. Nguyên lý làm việc của bộ dao động LO1 và LO2.....	104
3.3.3. Máy thu đài ra đa băng tần VHF.....	109
3.3.4. Kết quả đo thực tế.....	111

Kết luận chương 3.....	114
KẾT LUẬN CHUNG.....	116
DANH MỤC CÁC CÔNG TRÌNH KHOA HỌC ĐÃ CÔNG BỐ.....	120
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	121
PHỤ LỤC: CÁC SƠ ĐỒ NGUYÊN LÝ MẠCH VÀ ẢNH CHỤP SẢN PHẨM	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

Ký hiệu	Ý nghĩa	Thứ nguyên
a_E	Hằng số tạp nhấp nháy của mạch khuếch đại lặp.	
A_p	Tổn hao của điốt PIN khi không cấp nguồn	[dB]
a_R	Hằng số tạp nhấp nháy của mạch cộng hưởng.	
A_s	Tổn hao của điốt PIN khi cấp nguồn	[dB]
B	Dải thông máy thu	[Hz]
C	Điện dung	[F]
$C_{k,-k}^{\bullet}(\omega)$	Hệ số tương quan ở dải biên trên và dưới của hài thứ k	
$C_{ck}^{PM-AM}(\omega)$	Hệ số tương quan PM- AM ở hài thứ k	
E	Vector phần thực và phần ảo của tất cả các lỗi HB	
E_B	Vector phụ lỗi sinh ra do dải biên	
E_H	Vector phụ lỗi sinh ra do hài sóng mang	
F	Hệ số tạp	[dB]
f_C	Tần số sóng mang	[Hz]
f_{co}	Tần số góc tạp nhấp nháy của transistor	[Hz]
f_{IF}	Tần số trung tần	[Hz]
f_{LO}	Tần số ngoại sai	[Hz]
f_m	Tần số điều chế	[Hz]
f_o	Tần số trung tâm	[Hz]
f_{RF}	Tần số tín hiệu	[Hz]
f_s	Tần số lấy mẫu	[Hz]
G	Hệ số khuếch đại	[dB]
I_d	Dòng điều khiển điốt PIN	[mA]
K_0	Hệ số khuếch đại điện áp dao động	[lần]
L	Điện cảm	[H]
M	Ma trận Jacobian của các lỗi HB	
N	Hệ số chia trong mạch PLL	[lần]
$N_k(\omega), N_{-k}(\omega)$	Mật độ phổ công suất tạp ở dải biên trên và dưới của hài thứ k	[dBc/Hz]
N_{th}	Công suất tạp nhiệt	[dBm]

Ký hiệu	Ý nghĩa	Thứ nguyên
P_{sav}	Công suất trung bình đầu ra bộ dao động	[dBm]
Q	Hệ số phẩm chất	
R_f	Điện trở thuận điốt PIN	[Ω]
RF_{in}	Tín hiệu vào	[dBm]
RF_{out}	Tín hiệu ra	[dBm]
R_L	Điện trở tải	[Ω]
R_p	Điện trở của điốt PIN khi không cấp nguồn	[Ω]
R_s	Điện trở của điốt PIN khi cấp nguồn	[Ω]
R_X	Thu	
X_B	Vector biến trạng thái bao gồm các thành phần ở dải biên	
X_H	Vector bao gồm các thành phần hài sóng mang	
Y	Dẫn nạp	[S]
Z_0	Trở kháng của đường truyền	[Ω]
$\zeta(f_m)$	Tạp pha của bộ VCO	[dBc/Hz]
$\langle \bullet \rangle$	Trung bình chung	
ϵ	Hằng số điện môi	[F/m]
ω	Tần số	[rad/s]
λ	Bước sóng	[m]
β	Chỉ số điều chế của tín hiệu điều chế	
θ	Pha của tín hiệu	[rad]
τ	Hằng số thời gian	[s]
\otimes	Liên hợp hoán vị	
*	Liên hợp phức	