

HỌC VIỆN KỸ THUẬT QUÂN SỰ
BỘ MÔN THÔNG TIN - KHOA VÔ TUYẾN ĐIỆN TỬ

TRẦN VĂN KHẮN - ĐỖ QUỐC TRINH - ĐINH THẾ CƯỜNG

GIÁO TRÌNH
CƠ SỞ KỸ THUẬT THÔNG TIN VÔ TUYẾN
(Dùng cho đào tạo kỹ sư Điện tử - Viễn thông)

HÀ NỘI - 2006

MỤC LỤC

Mục lục	3
Ký hiệu, chữ viết tắt	7
Lời nói đầu	9
Chương 1: PHÂN CHIA DÀI TẦN SỐ VÔ TUYẾN VÀ ĐẶC TÍNH KÊNH VÔ TUYẾN	11
1.1 Phân chia dài tần vô tuyến và ứng dụng cho các mục đích thông tin	11
1.2 Đặc điểm truyền sóng vô tuyến	13
1.2.1 Một số khái niệm cơ bản trong truyền sóng vô tuyến	14
1.2.2 Các tính chất quang học của sóng vô tuyến	16
1.2.3 Các phương thức truyền lan sóng điện từ	18
1.2.4 Một số thuật ngữ và định nghĩa truyền sóng	22
1.2.5 Đặc điểm một số dải sóng vô tuyến	26
1.3 Các đặc trưng cơ bản của hệ thống thông tin	31
1.3.1 Hệ thống thông tin - Kênh thông tin	31
1.3.2 Các tính chất của kênh thông tin vô tuyến	32
1.3.3 Các tính chất thống kê của tín hiệu vô tuyến và nhiễu trong kênh thông tin vô tuyến	34
1.3.4 Tốc độ truyền tin tức và dung lượng kênh	35
1.3.5 Tính chống nhiễu và tính hiệu quả của các hệ thống thông tin	46
1.3.6 Các đặc trưng tổng quát của hệ thống thông tin	55
1.4 Hệ thống thông tin vô tuyến	56
1.4.1 Sơ đồ tổng quát hệ thống thông tin vô tuyến	56
1.4.2 Phân loại thiết bị thông tin vô tuyến	57
Chương 2: CÁC ĐẶC TÍNH KỸ THUẬT CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN	59
2.1 Những đặc tính kỹ thuật chính của hệ thống thông tin vô tuyến	59
2.1.1 Các đặc tính kỹ thuật chung cho máy thu và máy phát	59
2.1.2 Các đặc tính kỹ thuật máy phát	64
2.1.3 Các đặc tính kỹ thuật máy thu	66
2.1.4 Phương pháp hình thành tín hiệu vô tuyến	69
2.2 Cơ sở xây dựng chỉ tiêu kỹ thuật cho máy thu phát sóng ngắn công suất trung bình	88
2.2.1 Yêu cầu chung	88

2.2.2 Chọn dải tần công tác của máy thu phát	88
2.2.3 Chọn dạng công tác	89
2.2.4 Chọn anten và phương thức điều khiển	89
2.3 Cơ sở xây dựng chỉ tiêu kỹ thuật cho máy thu phát sóng ngắn công suất nhỏ	95
2.3.1 Yêu cầu chung	95
2.3.2 Chọn dải tần công tác cho máy thu phát SN/CSN	95
2.3.3 Chọn dạng công tác cơ bản	95
2.3.4 Lập luận chọn phương pháp ổn định tần số	96
2.3.5 Chọn loại anten cho máy thu phát	97
2.3.6 Phương thức điều khiển	98
2.4 Cơ sở xây dựng chỉ tiêu cho máy thu phát sóng cực ngắn công suất nhỏ	98
2.4.1 Yêu cầu chung	98
2.4.2 Chọn dải tần công tác cho máy thu phát	99
2.4.3 Chọn dạng công tác	99
2.4.4 Phương pháp ổn định tần số trong máy thu phát SCN/CSN	99
2.4.5 Anten của máy thu phát SCN/CSN	100
2.4.6 Phương thức điều khiển	100
Chương 3: CƠ SỞ XÂY DỰNG SƠ ĐỒ KHỐI CHO HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN	101
3.1 Cơ sở xây dựng sơ đồ khối cho máy thu phát sóng cực ngắn công suất nhỏ	101
3.1.1 Máy thu phát cầm tay	101
3.1.2 Máy thu phát SCN/CSN dải rộng	102
3.2 Cơ sở xây dựng sơ đồ khối cho máy thu phát sóng ngắn công suất nhỏ	110
3.2.1 Sơ đồ tuyến tín hiệu của máy thu phát SN/CSN (dải tần 1,5 ÷ 11 MHz)	111
3.2.2 Sơ đồ máy thu phát SN/CSN làm việc trong dải tần 0,03 ÷ 30 MHz	114
3.3 Cơ sở xây dựng sơ đồ cấu trúc cho máy thu phát sóng ngắn công suất trung bình	119
Chương 4: BỘ TỔNG HỢP TẦN SỐ	125
4.1 Khái quát chung về các bộ tổng hợp tần số	125
4.1.1 Vị trí và yêu cầu	125

4.1.2 Phân loại các phương pháp tổng hợp tần số	126
4.2 Các mạch cơ sở ứng dụng trong các bộ tổng hợp tần số	126
4.2.1 Tổng hợp tần số sử dụng các mạch nhân, chia, cộng và trừ	126
4.2.2 Các hệ thống tinh chỉnh tự động tần số trong các bộ tổng hợp	129
4.3 Các phương pháp tổng hợp tần số	137
4.3.1 Tạo mạng tần số bằng phương pháp tổng hợp trực tiếp	137
4.3.2 Tạo mạng tần số bằng phương pháp tổng hợp gián tiếp	144
4.3.3 Tổng hợp tần số số trực tiếp - DDS	150
Chương 5: CÁC MẠCH ĐIỀU CHỈNH VÀ ĐIỀU CHỈNH TỰ ĐỘNG TRONG CÁC MÁY THU PHÁT VÔ TUYẾN	157
5.1 Các mạch điều chỉnh và điều chỉnh tự động trong máy thu	157
5.1.1 Điều chỉnh bằng tay và điều chỉnh tự động hệ số khuếch đại	157
5.1.2 Mạch tự động khống chế tạp âm lỗi ra máy thu khi không có tín hiệu	162
5.1.3 Điều chỉnh dải thông của máy thu	165
5.2 Các hệ thống điều chỉnh và điều chỉnh tự động trong máy phát	168
5.2.1 Mạch điều chỉnh tự động mức - ALC	168
5.2.2 Cơ sở của hệ thống tự động điều chỉnh phối hợp anten	169
5.2.3 Các hệ thống ĐCTĐ phối hợp anten	175
Chương 6: ỨNG DỤNG KỸ THUẬT MỚI TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN VÔ TUYẾN	187
6.1 Kỹ thuật trải phổ trong thông tin vô tuyến	187
6.1.1 Giới thiệu chung	187
6.1.2 Các ưu điểm của hệ thống thông tin trải phổ	188
6.1.3 Các hệ thống thông tin trải phổ	191
6.2 Tự động thiết lập đường truyền - ALE	195
6.2.1 Tính cấp thiết của ALE	195
6.2.2 Tiêu chuẩn FED-STD-1045	196
6.3 Hệ thống trung kế vô tuyến (Radio Trunking)	198
6.3.1 Đặt vấn đề	198
6.3.2 Các hệ thống trung kế vô tuyến đơn trạm	199
6.3.3 Các hệ thống trung kế vô tuyến vùng rộng	204
Tài liệu tham khảo	209

KÝ HIỆU CÁC TỪ VIẾT TẮT

ALC (<i>Automatic Level Control</i>)	Điều chỉnh tự động mức
AGC (<i>Automatic Gain Control</i>)	Điều chỉnh tự động khuếch đại (TĐK)
ALE (<i>Automatic Link Establishment</i>)	Tự động thiết lập đường truyền
DDS (<i>Direct Digital Synthesizer</i>)	Tổ hợp tần số số trực tiếp
PD (<i>Phase Detector</i>)	Bộ so pha
PTT (<i>Press to Talk, Push to talk</i>)	Chuyên phát
VCO (<i>Voltage Controlled Oscillator</i>)	Dao động điều khiển bằng điện áp
CS	Chủ sóng
CSN	Công suất nhỏ
CSTB	Công suất trung bình
ĐCTĐ	Điều chỉnh tự động
DĐCS	Dao động chủ sóng
DĐNS	Dao động ngoại sai
ĐKX	Điều khiển xa
GDH	Giản đồ hướng
KĐ	Khuếch đại
KĐÂT	Khuếch đại âm tần
KĐCS	Khuếch đại công suất
KĐCT	Khuếch đại cao tần
KĐTT	Khuếch đại trung tần
NS	Ngoại sai
PTK	Phần tử kháng
SD	Sóng dài
ST	Sóng trung
SCN	Sóng cực ngắn
SN	Sóng ngắn
TĐF	Tự động điều chỉnh tần số theo pha
TĐT	Tự động điều chỉnh tần số
THTS	Tổng hợp tần số

LỜI NÓI ĐẦU

Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Phương pháp thông tin là: phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ phía phát qua không gian và tách lấy tín hiệu gốc. Về lịch sử của thông tin vô tuyến, vào đầu thế kỷ này Marconi thành công trong việc liên lạc vô tuyến qua Đại Tây dương, Kenelly và Heaviside phát hiện một yếu tố là tầng điện ly hiện diện ở tầng phía trên của khí quyển có thể dùng làm vật phản xạ sóng điện từ. Những yếu tố đó đã mở ra một kỷ nguyên thông tin vô tuyến cao tần đại qui mô. Gần 40 năm sau Marconi, thông tin vô tuyến cao tần là phương thức thông tin vô tuyến duy nhất sử dụng phản xạ của tầng đối lưu, nhưng nó hầu như không đáp ứng nổi nhu cầu thông tin ngày càng gia tăng.

Chiến tranh thế giới lần thứ hai là một bước ngoặt trong thông tin vô tuyến. Thông tin tầm nhìn thẳng - lĩnh vực thông tin sử dụng băng tần số cực cao (VHF) và đã được nghiên cứu liên tục sau chiến tranh thế giới - đã trở thành hiện thực nhờ sự phát triển các linh kiện điện tử dùng cho HF và UHF, chủ yếu là để phát triển ngành radar. Với sự gia tăng không ngừng của lưu lượng truyền thông, tần số của thông tin vô tuyến đã vươn tới các băng tần siêu cao (SHF) và cực kỳ cao (EHF). Vào những năm 1960, phương pháp chuyển tiếp qua vệ tinh đã được thực hiện và phương pháp chuyển tiếp bằng tán xạ qua tầng đối lưu của khí quyển đã xuất hiện. Do những đặc tính ưu việt của mình, chẳng hạn như dung lượng lớn, phạm vi thu rộng, hiệu quả kinh tế cao, thông tin vô tuyến được sử dụng rất rộng rãi trong phát thanh truyền hình quảng bá, vô tuyến đạo hàng, hàng không, quân sự, quan sát khí tượng, liên lạc sóng ngắn nghiệp dư, thông tin vệ tinh - vũ trụ...v.v.

Tuy nhiên, can nhiễu với lĩnh vực thông tin khác là điều không tránh khỏi, bởi vì thông tin vô tuyến sử dụng chung phần không gian làm môi trường truyền dẫn. Để đối phó với vấn đề này, một loạt các cuộc Hội nghị vô tuyến Quốc tế đã được tổ chức từ năm 1906. Tần số vô tuyến hiện nay đã được ấn định theo "Qui chế thông tin vô tuyến (RR)" tại Hội nghị ITU (*Internasional Telecommunications Union*) ở Geneva năm 1959. Sau đó lần lượt là Hội nghị về phân bố lại dải tần số sóng ngắn để sử dụng vào năm 1967, Hội nghị về bổ sung qui chế tần số vô tuyến cho thông tin vũ trụ vào năm 1971, và Hội nghị về phân bố lại tần số vô tuyến của thông tin di động hàng hải cho mục đích kinh doanh

vào năm 1974. Tại Hội nghị của ITU năm 1979, dải tần số vô tuyến phân bố đã được mở rộng từ 9 kHz ÷ 400 GHz và đã xem xét lại và bổ sung cho Qui chế thông tin vô tuyến điện (RR). Để giảm bớt can nhiễu của thông tin vô tuyến, ITU tiếp tục nghiên cứu những vấn đề sau đây để bổ sung vào sự sắp xếp chính xác khoảng cách giữa các sóng mang trong Qui chế thông tin vô tuyến: dùng cách che chắn thích hợp trong khi lựa chọn trạm; cải thiện hướng tính của anten; nhận dạng bằng sóng phân cực chéo; tăng cường độ ghép kênh; chấp nhận sử dụng phương pháp điều chế chống lại can nhiễu...

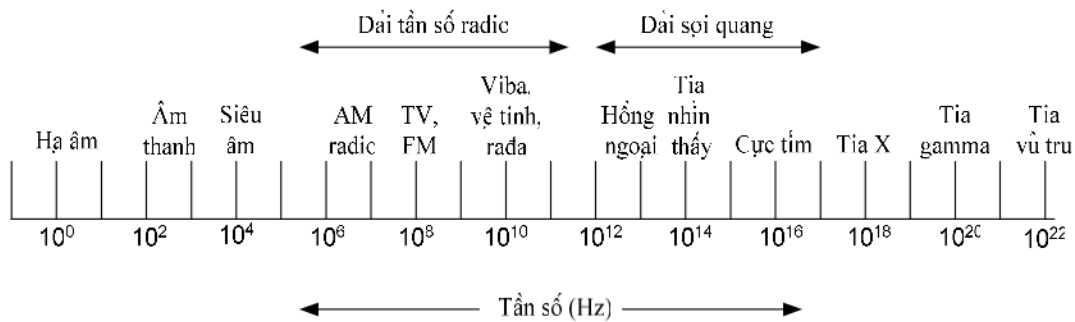
Ngày nay cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các hệ thống thông tin khác như thông tin di động, vi ba số, cáp quang, thông tin vệ tinh...v.v, thông tin vô tuyến vẫn tiếp tục đóng vai trò quan trọng và được phát triển ngày càng hoàn thiện với những công nghệ cao đáp ứng được những đòi hỏi không những về mặt kết cấu mà cả về mặt truyền dẫn, xử lý tín hiệu, bảo mật thông tin... Giáo trình "Cơ sở kỹ thuật thông tin vô tuyến" được nhóm tác giả biên soạn với mục đích hệ thống những kiến thức về mặt cơ sở xây dựng, lựa chọn các chỉ tiêu kỹ thuật cấu trúc sơ đồ khối và việc ứng dụng các kỹ thuật mới vào việc khai thác, thiết kế các thiết bị và hệ thống thông tin vô tuyến trên các dải tần HF, V-UHF. Giáo trình được xây dựng phục vụ cho công tác đào tạo kỹ sư ngành điện tử viễn thông trong Học viện.

Chương 1

PHÂN CHIA DẢI TẦN SỐ VÔ TUYẾN VÀ ĐẶC TÍNH KÊNH VÔ TUYẾN

1.1 PHÂN CHIA DẢI TẦN SỐ VÔ TUYẾN VÀ ỨNG DỤNG CHO CÁC MỤC ĐÍCH THÔNG TIN

Ta biết rằng thông tin vô tuyến đảm bảo việc phát thông tin đi xa nhờ các sóng điện từ. Môi trường truyền sóng (khí quyển trên mặt đất, vũ trụ, nước, đôi khi là các lớp địa chất của mặt đất) là chung cho nhiều kênh thông tin vô tuyến. Việc phân kênh chủ yếu dựa vào tiêu chuẩn tần số. Một cách tổng quát, phổ tần tổng cộng và miền áp dụng của chúng được chỉ ra trên hình 1-1.



Hình 1-1. *Phổ tần số vô tuyến và ứng dụng*

Phổ này kéo dài từ các tần số dưới âm thanh (subsonic - vài Hz) đến các tia vũ trụ (10^{22} Hz) và được chia tiếp thành các đoạn nhỏ gọi là các băng tần. Toàn bộ dải tần số vô tuyến (RF) lại được chia ra thành các băng nhỏ hơn, có tên và kí hiệu như bảng 1-1 theo Ủy ban tư vấn về Thông tin vô tuyến quốc tế CCIR (*Comité Consultatif International des Radiocommunications - International Radio Consultative Committee*).

Bảng 1-1

Kí hiệu và phân chia băng tần theo CCIR

STT	Phạm vi tần số	Tên gọi
1.	30 Hz ÷ 300 Hz	Tần số cực kì thấp (ELF)
2.	0.3 kHz ÷ 3 kHz	Tần số thoại (VF)
3.	3 kHz ÷ 30 kHz	Tần số rất thấp (VLF)