

TS. LÊ TRUNG THÀNH

KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

TS. LÊ TRUNG THÀNH

KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ



**NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI - 2013**

LỜI NÓI ĐẦU

Môn học *Kỹ thuật điện tử* là một trong những môn học bắt buộc trong chương trình đào tạo một số ngành kỹ thuật như Công nghệ Thông tin, Kỹ thuật điện tử và Kỹ thuật viễn thông, v.v... Tài liệu này được biên soạn nhằm cụ thể hóa các kiến thức cập nhật về môn học, giúp sinh viên có tài liệu cơ bản để học tập, nghiên cứu về môn học, đáp ứng yêu cầu nắm bắt và vận dụng kiến thức của môn học đã đề ra, phù hợp với khung chương trình đào tạo đã quy định.

Nội dung giáo trình đề cập một cách hệ thống những kiến thức cơ bản, có tính hiện đại của kỹ thuật điện tử phục vụ cho việc giảng dạy, học tập môn học, được trình bày trong bài trong 5 chương, gồm:

Chương 1: Giới thiệu những khái niệm cơ bản về các thông số của mạch điện, về tin tức, tín hiệu và một số định luật cơ bản để phân tích mạch điện tử.

Chương 2: Đề cập đến các linh kiện điện tử thụ động thông dụng như điện trở, tụ điện và cuộn cảm.

Chương 3: Đề cập đến các kỹ thuật xử lý tín hiệu tương tự, các cấu kiện điện tử như điốt, tranzito lưỡng cực, tranzito trường, khuếch đại tín hiệu dùng tranzito, khuếch đại thuật toán, v.v... với mục đích gia công, xử lý tín hiệu theo phương pháp tương tự.

Chương 4: Đề cập đến các vấn đề của kỹ thuật số, bao gồm: tranzito làm việc ở chế độ số, các cổng logic cơ bản, đại số Boole, mạch logic TTL, CMOS, thiết kế mạch logic CMOS, mạch tổ hợp và mạch dãy, v.v...

Chương 5: Trình bày về các linh kiện biến đổi tín hiệu quang- điện và điện-quang như điốt phát quang, điốt LASER, mặt chỉ thị tinh thể lỏng LCD, điện trở quang, photô-diốt, v.v...

Để giúp sinh viên biết vận dụng các thành tựu của công nghệ thông tin và sử dụng các phần mềm chuyên dụng trong lĩnh vực điện tử, công nghệ thông tin phục vụ cho việc học tập, nghiên cứu của mình, trong phần phụ lục của giáo trình, tác giả giới thiệu về

phần mềm mô phỏng mạch Circuit Maker, hướng dẫn cho sinh viên biết cách dùng phần mềm để thiết kế, vẽ các sơ đồ nguyên lý các mạch điện tử và thí nghiệm mô phỏng các mạch điện tử. Ngoài ra, để giúp người học nắm bắt sâu hơn về lý thuyết và rèn luyện kỹ năng thực hành, tác giả đã biên soạn kèm theo một số bài tập sau mỗi phần lý thuyết. Mỗi chương có thêm phần câu hỏi và bài tập ở cuối nhằm sinh viên có thể vận dụng, kiểm tra và củng cố phần lý thuyết của chương học. Các ví dụ và bài tập đã được thiết kế để có thể mô phỏng, thực hành ngay được trên máy tính. Sinh viên có thể tìm hiểu, mô phỏng hoạt động của chúng thông qua các bài tập này.

Tác giả xin chân thành cảm ơn các thầy cô giáo, các nhà khoa học, bạn bè đồng nghiệp đã có những ý kiến góp ý cho cuốn sách được hoàn thiện hơn. Do đây là lần đầu tiên biên soạn và xuất bản tài liệu giáo trình này, mặc dù tác giả đã cố gắng lựa chọn biên soạn một cách hệ thống các kiến thức cần nắm bắt được của môn học, cập nhật những kiến thức mới, hiện đại nhằm đáp ứng yêu cầu phát triển nhanh của lĩnh vực điện tử, công nghệ thông tin, song chắc chắn không tránh khỏi các thiếu sót, hạn chế. Để giúp ngày càng hoàn thiện, cập nhật kiến thức trong giáo trình về môn học này, tác giả mong nhận được nhiều ý kiến của bạn đọc về giáo trình này để hoàn thiện hơn nữa trong lần tái bản sau.

Mọi góp ý xin gửi về địa chỉ:

Lê Trung Thành, Khoa Công nghệ Thông tin

Trường Đại học Tài nguyên và Môi trường Hà Nội

Số 41A, Đường K1, Phú Diễn, Từ Liêm, Hà Nội

Email: thanh.le@hunre.edu.vn

Trân trọng cảm ơn.

Hà Nội, ngày 25 tháng 11 năm 2012

Tác giả

TS. Lê Trung Thành

MỘT SỐ KÝ HIỆU, CHỮ VIẾT TẮT VÀ THUẬT NGỮ

AC	Alternating Current	Dòng xoay chiều
ADC	Analog-to-Digital Converter	Bộ biến đổi tương tự sang số
Base	Cực Bazơ (Cực gốc)	
BJT	Bipolar Junction Transistor	Tranzito lưỡng cực
C	Capacitor	Ký hiệu của tụ điện
CB	Common Base	Mắc Bazơ (cực gốc) chung
CC	Common Collector	Mắc Colector (cực góp) chung
CDD	Charge Coupled Devices	Thiết bị tích điện kép
CE	Common Emitter	Mắc Emitơ (cực phát) chung
CMOS	Complementary MOS	MOS bù
Collector	Cực Colector (Cực góp)	
DAC	Digital-to-Analog Converter	Bộ biến đổi số sang tương tự
DC	Direct Current	Dòng một chiều
Diode	Điốt	
DTL	Diode-Transistor Logic	Logic Điốt-Tranzito
Emitter	Cực Emitơ (Cực phát)	
FET	Field Effect Transistor	Tranzito hiệu ứng trường
FF	Flip- Flop	Bộ Flip Flop
I, i(t)	Current (A)	Dòng điện
IC	Integrated Circuit	Mạch tích hợp
JFET	Junction Field Effect Transistor	Tranzito hiệu ứng trường điều khiển bằng tiếp xúc PN (FET mối nối đơn)
LASER	Light Amplification by Stimulated	Khuếch đại ánh sáng bằng phát xạ kích

	Emission of Radiation	thích
LCD	Liquid Crystal Display	Mặt hiển thị tinh thể lỏng
LD	Laser Diode	Laser Điốt
LED	Light Emitting Diode	Điốt phát quang
LSI	Large Scale Integration	Tích hợp cỡ lớn
MOS	Metal-Oxide-Semiconductor	Kim loại-Oxit-Bán dẫn
MOSFET	Metal-Oxide-Semiconductor Field Effect Transistor	Tranzito hiệu ứng trường Kim loại- Oxit-Bán dẫn
MSI	Medium Scale Integration	Tích hợp cỡ trung
MUX	Multiplexer	Bộ ghép kênh
nFET	N channel FET	FET kênh N
NMOS	N-channel MOSFET	MOSFET kênh N
OA	Operational Amplifier	Bộ khuếch đại thuật toán (vi sai)
pFET	P channel FET	FET kênh P
PMOS	P-channel MOSFET	MOSFET kênh P
PN	PN junction	Chuyển tiếp (Tiếp giáp) PN
Q-point	Operating Point	Điểm làm việc
R	Resistor	Điện trở
RTL	Resistor-Transistor Logic	Logic điện trở-Tranzito
SSI	Small Scale Integration	Tích hợp cỡ nhỏ
Transistor	Tranzito	
TTL	Transistor-Transistor Logic	Logic Tranzito-Tranzito
U,V, u(t), v(t)	Voltage (V)	Điện áp
ULSI	Ultra Large Scale Integration	Tích hợp cỡ cực lớn
VLSI	Very Large Scale Integration	Tích hợp cỡ rất lớn

CHƯƠNG 1: MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Kỹ thuật điện tử là một ngành kỹ thuật sử dụng các phương trình Maxwell để giải thích về hiện tượng điện từ trường [1]. Để thuận tiện cho việc sử dụng các kết quả của hiện tượng điện từ trường, kỹ thuật điện tử đã tạo ra một lớp các khái niệm trừu tượng mới dựa trên các phương trình Maxwell. Đó là khái niệm về linh kiện điện tử và mạch điện tử. Sử dụng mô hình các khái niệm trừu tượng giúp điốt cho việc nghiên cứu các bài toán vật lý trở nên dễ dàng hơn. Thay vì đưa ra các mô hình toán học của bài toán dưới dạng các phương trình Maxwell, chúng ta thay thế các thành phần mạch điện bằng các mô hình trừu tượng rời rạc.

Các mạch điện tử có nhiệm vụ gia công tín hiệu theo những thuật toán khác nhau. Thông thường, chúng được phân loại theo dạng tín hiệu được xử lý. Ta có thể hiểu tín hiệu là số đo (dòng điện hay điện áp) của một quá trình. Trong phần sau sẽ trình bày chi tiết hơn về đặc điểm và các tham số đặc trưng của tín hiệu.

Trên quan điểm kỹ thuật, người ta phân ra hai dạng tín hiệu cơ bản là tín hiệu tương tự và tín hiệu số [1]. Tín hiệu tương tự là tín hiệu biến thiên liên tục theo thời gian và có thể nhận mọi giá trị trong khoảng biến thiên của nó. Ngược lại, tín hiệu số là tín hiệu đã được rời rạc hóa về thời gian, được lượng tử hóa và mã hóa về biên độ. Nó được biểu diễn bởi tập hợp các xung tại những điểm đo rời rạc. Do vậy, tín hiệu số chỉ lấy một số hữu hạn giá trị trong khoảng biến thiên của nó.

Để gia công tín hiệu, người ta có hai phương pháp: Dùng mạch điện tử tương tự hoặc dùng mạch điện tử số [2-4]. Trong thực tế, có nhiều hệ thống điện tử là sự tích hợp của cả hai mạch điện tử tương tự và mạch điện tử số [5]. Ví dụ như nhiều khâu xử lý tín hiệu trong máy tính điện tử bao gồm mạch điện tử số (vi xử lý, bộ nhớ, v.v...) và mạch điện tử tương tự (các mạch giao tiếp với ngoại vi,...). Giáo trình sẽ đề cập đến cả hai kỹ thuật điện tử tương tự và kỹ thuật điện tử số.

Trong chương này trình bày những khái niệm cơ bản về tín hiệu, tín hiệu tương tự và tín hiệu số, điện áp, dòng điện, hệ thống điện tử tương tự và hệ thống điện tử số, một số định luật cơ bản phân tích mạch điện tử và giới thiệu về một số hệ thống điện tử điển hình.

1.1 MỘT SỐ KHÁI NIỆM CƠ BẢN

1.1.1 Tin tức và tín hiệu

Tin tức (information) là nội dung của một quá trình, một hiện tượng hay một sự kiện. Trong đời sống hàng ngày, chúng ta thường truyền đi tiếng nói, hình ảnh hay âm nhạc, gọi chung là tin tức. Để có thể truyền tin tức qua các hệ thống điện tử, người ta thường biến đổi chúng thành điện áp hoặc dòng điện, biến thiên tỷ lệ với lượng tin tức nguyên thủy. Ta gọi đó là tín hiệu [5].

Như vậy, ta có thể hiểu rằng *tín hiệu (signal) là sự biểu diễn vật lý của các quá trình hay các hiện tượng nào đó.* Các khái niệm về tín hiệu xuất hiện trong nhiều lĩnh vực. Những ý tưởng và các vấn đề kỹ thuật có liên quan tới các khái niệm về tín hiệu đóng một vai trò quan trọng không chỉ trong lĩnh vực thông tin truyền thông mà trong nhiều lĩnh vực khoa học và công nghệ khác nhau, như hàng không, khí tượng, năng lượng, xử lý tín hiệu, hay xử lý hình ảnh, v.v...

Về mặt toán học có thể coi tín hiệu là một hàm của một hay nhiều biến độc lập. hàm số này có thể là một hàm đơn giản hay phức tạp. Chẳng hạn như tín hiệu tiếng nói có thể được biểu diễn như hàm áp suất theo thời gian hay một hình ảnh đen trắng được biểu diễn như một hàm ánh sáng của hai biến không gian $I(x,y)$.

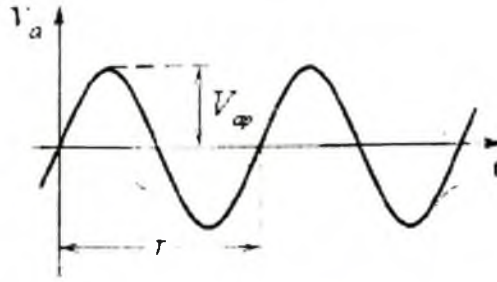
Một cách tổng quát tín hiệu có thể được phân theo dạng tuần hoàn hoặc không tuần hoàn; liên tục theo thời gian (tín hiệu tương tự) hay gián đoạn theo thời gian (tín hiệu số).

Ví dụ 1.1: Xét một tín hiệu được biểu diễn trên Hình 1.1 có biểu thức toán học như sau:

$$x(t) = x(t + mT) \quad (1.1)$$

trong đó: m là số nguyên và T là một hằng số. Như vậy, cứ sau một khoảng thời gian nhất định, tín hiệu $x(t)$ lại lặp lại như trước. Tín hiệu $x(t)$ được gọi là tín hiệu tuần hoàn. Giá trị nhỏ nhất của T được gọi là chu kỳ của tín hiệu và tần số f của tín hiệu tuần hoàn được xác định theo công thức: $f = \frac{1}{T}$.

Một tín hiệu không tuần hoàn, dạng bất kỳ, có thể coi như là tín hiệu tuần hoàn có chu kỳ $T \rightarrow \infty$.



Hình 1.1. Tín hiệu tuần hoàn

Dựa trên biểu thức của tín hiệu điều hòa, ta có thể định nghĩa một số tính chất của tín hiệu như sau:

* Độ dài tín hiệu

Khi biểu diễn tín hiệu theo thời gian, khoảng thời gian tồn tại của tín hiệu kể từ lúc bắt đầu cho đến khi kết thúc được gọi là độ dài tín hiệu. Nếu tín hiệu là tuần hoàn, độ dài được tính tương ứng với thời gian tồn tại tín hiệu trong một chu kỳ.

* Giá trị trung bình

Nếu tín hiệu $x(t)$ xuất hiện tại thời điểm t_0 có độ dài là τ , thì giá trị trung bình của tín hiệu $x(t)$ trong khoảng thời gian τ được xác định bởi:

$$x(t) = \frac{1}{\tau} \int_{t_0}^{t_0+\tau} x(t) dt \quad (1.2)$$

* Năng lượng của tín hiệu

Thông thường tín hiệu $x(t)$ là tín hiệu dòng điện hoặc điện áp qua một điện trở R . Năng lượng của tín hiệu $x(t)$ được định nghĩa là

$$E = \frac{1}{R} \int_{t_0}^{t_0+\tau} x^2(t) dt \quad (1.3)$$

Hiện nay các quá trình xử lý tín hiệu được thực hiện chủ yếu qua các hệ thống điện tử. Do vậy, trong thực tế các tín hiệu phi điện trước hết cần phải được biến đổi thành các tín hiệu điện nhờ các bộ biến đổi hoặc cảm biến (sensor) để có thể đưa vào hệ thống điện tử xử lý. Ví dụ để biến đổi tín hiệu âm thanh, chúng ta có thể dùng microphone.