

ĐỖ XUÂN THỤ - NGUYỄN VIỆT NGUYÊN

Bài tập KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ



Thu Vien DHKTCN-TN



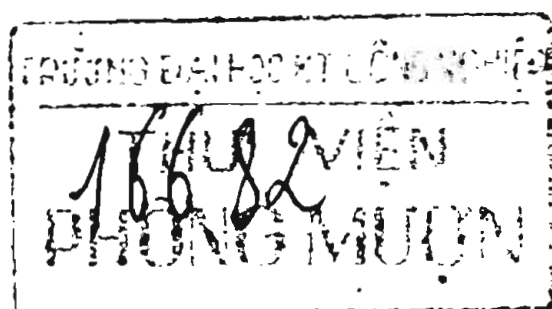
MGT08055436



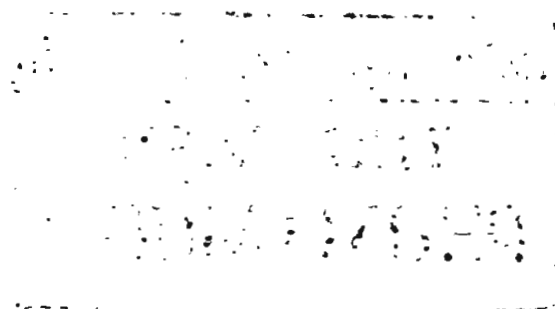
NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC

TS. ĐỖ XUÂN THỤ - TS. NGUYỄN VIỆT NGUYÊN

Bài tập
KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ
(Tái bản lần thứ bảy)



NHÀ XUẤT BẢN GIÁO DỤC



LỜI NÓI ĐẦU

Cuốn "Bài tập kĩ thuật điện tử" biên soạn tiếp sau giáo trình "Kĩ thuật điện tử" được Hội đồng môn học Bộ Giáo dục và Đào tạo thông qua dùng làm tài liệu giảng dạy trong các trường Đại học kĩ thuật và do Nhà xuất bản Giáo dục phát hành. Trong khi biên soạn chúng tôi cố gắng trình bày nội dung theo đúng trình tự của cuốn giáo trình đã xuất bản. Sách gồm 6 chương, chia làm hai phần.

Phần thứ nhất có 3 chương : *Chương 1, 2 và 3 gồm các bài tập liên quan tới kĩ thuật tương tự (kĩ thuật analog). Chương 1 giới thiệu tóm tắt các vấn đề cơ bản của lí thuyết. Chương 2 gồm hơn 20 bài tập có lời giải và chương 3 gồm khoảng 50 đề bài tập.*

Phần thứ hai có 3 chương *Chương 4, 5 và 6, bao gồm các bài tập có liên quan tới kĩ thuật xung - số (kĩ thuật digital) và có bố cục tương tự như phần thứ nhất với 10 bài tập có lời giải và khoảng 40 đề bài tập khác nhau.*

Cuốn "Bài tập kĩ thuật điện tử" được dùng làm tài liệu bổ trợ cho sinh viên học môn "Kĩ thuật điện tử". Sách này còn là tài liệu tham khảo cho các đối tượng có liên quan tới ngành kĩ thuật điện tử và tin học.

Trong quá trình biên soạn, cuốn sách có thể còn sai sót, chúng tôi mong nhận được sự góp ý của bạn đọc gần xa. Thư từ liên hệ xin gửi về địa chỉ : Khoa Điện tử Viễn thông, trường Đại học Bách khoa, Hà Nội.

Điện thoại số : 8692242 - 8692931

Các tác giả

PHẦN I

KĨ THUẬT TƯƠNG TỰ

Chương 1

TÓM TẮT LÍ THUYẾT

1. Điện áp và dòng điện là hai thông số trạng thái cơ bản của một mạch điện. Sự liên hệ tương hỗ giữa 2 thông số này thể hiện qua điện trở (trở kháng). Điện trở của một phần tử có thể là tuyến tính hay phi tuyến tùy theo quan hệ hàm số $u = f(i)$ giữa điện áp trên 2 đầu và dòng điện đi qua nó. Đường đồ thị biểu diễn quan hệ hàm số $u = f(i)$ gọi là đặc tuyến Vôn-Ampe của phần tử.

Hai quy tắc quan trọng để tính toán một mạch điện là :

a) Quy tắc vòng điện áp : Tổng điện áp rơi trên các phần tử ghép liên tiếp nhau theo 1 vòng kín (đi dọc theo vòng mỗi nhánh và nút chỉ gặp 1 lần trừ nút xuất phát) bằng 0 (hay giá trị điện áp đo theo mọi nhánh song song nối giữa 2 điểm khác nhau A và B của 1 mạch điện là như nhau).

b) Quy tắc nút dòng điện : Tổng các dòng điện đi ra khỏi một điểm (nút) của mạch điện luôn bằng tổng các dòng điện đi vào nút đó.

2. Hiệu ứng van (chỉnh lưu) của điốt bán dẫn là tính chất dẫn điện không đối xứng theo hai chiều của một tiếp xúc công nghệ dạng p-n.

a) Theo chiều mở (phân cực thuận $u_{AK} \geq u_D$) điện trở của điốt nhỏ ($10^1 \div 10^3 \Omega$), dòng qua điốt lớn ($10^{-3} \div 10^2 A$), giảm

áp trên diốt cố định cỡ 600mV và có hệ số nhiệt độ âm ($-2.10^{-3}/^{\circ}\text{K}$) (xét với diốt cấu tạo từ Si).

b) Theo chiều khóa (phân cực ngược : $U_{AK} < U_D$) điện trở của diốt lớn ($> 10^5 \Omega$), dòng qua diốt nhỏ ($10^{-6} \div 10^{-9}\text{A}$) và tăng theo nhiệt độ (khoảng $10\%/^{\circ}\text{K}$).

c) Khi điện áp ngược đặt vào đủ lớn $U_{AK} < U_Z < 0$ diốt bị đánh thủng và mất đi tính chất van của mình (1 cách tạm thời nếu bị đánh thủng vì điện hoặc 1 cách vĩnh viễn nếu bị đánh thủng vì nhiệt). Người ta sử dụng tính chất đánh thủng tạm thời (Zener) để làm diốt ổn áp tạo điện áp ngưỡng ở những điểm cần thiết trong mạch điện. Điện áp ngưỡng U_Z có hệ số nhiệt dương, khoảng $2.10^{-3}/^{\circ}\text{K}$.

3. Ứng dụng quan trọng của diốt là

a) Nắn điện xoay chiều thành 1 chiều nhờ các sơ đồ chỉnh lưu cơ bản (một nửa chu kì, hai nửa chu kì, cầu, bội áp). Khi tải là điện trở thuần, điện áp ra có dạng xung nửa hình sin với trị trung bình (1 chiều) xác định bởi hệ thức 2-15 (SGK), còn khi tải là điện dung, sơ đồ chỉnh lưu làm việc ở chế độ xung, tụ điện san bằng điện áp nhấp nhô sau chỉnh lưu, giá trị 1 chiều được tính bởi (2.21) hoặc (2.29) (SGK).

b) Hạn chế biên độ điện áp xoay chiều (phía trên hay phía dưới) ở 1 giá trị ngưỡng cho trước hoặc dịch mức điện thế 1 chiều giữa 2 điểm khác nhau của mạch điện khi ở chế độ mở.

c) Ổn định giá trị điện áp 1 chiều ở 1 giá trị ngưỡng U_Z nhờ đánh thủng Zener hoặc nối tiếp thêm 1 diốt mở để bù nhiệt tạo ra một phân tử gọi là ống ổn áp chuẩn trong kĩ thuật mạch, có độ ổn định điện áp theo nhiệt độ gần lí tưởng.

4. Khi phân tích tác dụng của diốt trong mạch điện, người ta thường dùng 1 vài mô hình gần đúng đơn giản để mô tả diốt :

a) Là 1 nguồn dòng điện lí tưởng tại mức ngưỡng $u_{AK} = 0$ khi mở ($u_{AK} > 0$) điện trở diốt bằng 0, sụt áp trên nó được bỏ qua, dòng mạch ngoài qua diốt do điện áp và điện trở mạch

ngoài quyết định. Khi đóng ($u_{AK} < 0$) diốt được coi là 1 nguồn dòng lí tưởng (điện trở VCL, dòng ngắn mạch $I_{ngm} \equiv I_S \approx 0$)

b) Tại mức điện áp $U_{AK} = U_D$, diốt chuyển từ khóa sang mở sẽ tương đương như một nguồn điện áp có nội trở bằng 0 ($R_d = 0$), với giá trị điện áp lúc hở mạch là U_D hoặc có thể tương đương diốt như 1 nguồn điện áp thực có nội trở nguồn là $R_d \neq 0$ và điện áp hở mạch là U_D .

c) Ở chế độ xoay chiều, khi tần số của tác động còn thấp diốt sẽ tương đương như một điện trở xoay chiều có giá trị là

$$r_d = \frac{\partial u_d}{\partial i_d}$$

Còn khi tần số đã cao, cần chú ý tới giá trị điện dung của diốt C_d nối song song với điện trở xoay chiều r_d

5. Tranzito lưỡng cực (Bi-T) là một phần tử phi tuyến có cấu tạo gồm hai tiếp xúc pn (hai diốt JE và JC) đặt rất gần nhau với ba điện cực lối ra là bazơ (B), Colectơ (C) và emitơ (E). Bi-T có thể làm việc ở các chế độ sau

a) Phân cực 1 chiều bởi các nguồn điện áp 1 chiều từ ngoài sao cho diốt JE mở, diốt JC khóa. Đây là chế độ khuếch đại.

b) Phân cực 1 chiều sao cho JE khóa và JC mở gọi là chế độ đảo.

c) Điều khiển sao cho cả hai diốt đều khóa (không phân cực hoặc phân cực thích hợp) hoặc cả hai diốt cùng mở. Đây là chế độ chuyển mạch (chế độ khóa) của Bi-T.

Hai biện pháp cơ bản để phân cực 1 chiều cho Bi-T để nó làm việc ở chế độ khuếch đại là phân cực bằng bộ chia áp điện trở hoặc phân cực bằng dòng cực bazơ. Chế độ 1 chiều tốt nhất đạt được với $u_{BE} = 0,6V$ (vật liệu làm tranzito là Si) và các giá trị điện áp trên các cực có giá trị $u_{E_o} = (0 \div 0,1)E$; $u_{CE_o} = (0,4 \div 0,6) E$ và do vậy $I_{C_q} = 0,5 I_{C_{max}}$ và $I_{B_o} = 0,5 I_{B_{max}}$ (Ở đây E là giá trị nguồn 1 chiều, $I_{C_{max}}$ là điểm nút trên của đường tải 1 chiều của tầng khuếch đại).

6. Các hệ thức quan trọng nhất về dòng 1 chiều của Bi-T ở chế độ khuếch đại thể hiện ở các công thức (2.37) đến (2.41) SGK dùng cho cả ba kiểu mắc mạch B chung, C chung và E chung.

a) Với dòng xoay chiều khi tín hiệu nhỏ, có 4 phương pháp gần đúng tuyến tính hóa Bi-T dùng các tham số điện trở, dùng các tham số điện dẫn, dùng các tham số hỗn hợp hoặc dùng các tham số vật lý cấu tạo. Từ đó có 4 sơ đồ tương đương xoay chiều tương ứng.

b) Với mỗi kiểu mắc Bi-T, có ba dạng họ đặc tuyến Vôn-Ampe quan trọng nhất là họ đặc tuyến vào, họ đặc tuyến ra và họ đặc tuyến truyền đạt.

c) Có thể xác định các tham số 1 chiều hoặc xoay chiều của Bi-T dựa trên các họ đặc tuyến 1 chiều (tĩnh) hay họ đặc tuyến xoay chiều (động). Đó là các tham số điện trở vào, điện trở ra, hệ số khuếch đại dòng điện và hồ dẫn.

7. Các kết quả quan trọng với các sơ đồ khuếch đại là

a) Kiểu mắc EC : Chú ý tới các hệ thức (2.131) đến (2.140) và các kết luận vật lý là tầng EC có $R_{vào}$ nhỏ, R_{ra} lớn, hệ số khuếch đại điện áp và dòng điện lớn ; làm đảo pha tín hiệu xoay chiều.

b) Kiểu mắc CC chú ý các hệ thức (2.141) đến (2.149) và các kết luận vật lý . Tầng CC có $R_{vào}$ lớn, R_{ra} nhỏ, hệ số khuếch đại dòng điện lớn và hệ số khuếch đại điện áp bằng 1, không làm đảo pha tín hiệu.

c) Kiểu BC : chú ý các hệ thức (2.150) đến (2.153) và các kết luận vật lý . Tầng BC không làm đảo pha tín hiệu, có $R_{vào}$ nhỏ, R_{ra} lớn, hệ số khuếch đại điện áp lớn và hệ số khuếch đại dòng điện xấp xỉ 1.

d) Hệ số khuếch đại của nhiều tầng ghép liên tiếp bằng tích số các hệ số từng phần.

8. Tranzito trường (FET) là phần tử 3 cực (gọi là các cực nguồn - S, máng - D và cửa G) có hiệu ứng khuếch đại

giống như Bi-T nhưng dòng cực máng I_D (hay cực nguồn I_S) được điều khiển bằng điện áp đặt trên cực điều khiển G.

a) Hầu hết FET có tính đối xứng giữa 2 cực S và D và có điện trở lối vào giữa G và kênh dẫn rất lớn nên chúng thích hợp với chế độ làm việc có dòng điện lối vào nhỏ hơn so với Bi-T vài cấp độ.

b) Theo bản chất cấu tạo có 2 dạng FET loại có cực cửa là tiếp xúc pn (JFET) và loại có cực cửa là lớp cách điện (MOSFET). Theo tính chất dẫn điện của kênh dẫn giữa D và S có loại kênh n (dẫn điện bằng điện tử) và loại kênh P (dẫn điện bằng lỗ trống). Theo phương thức hình thành kênh dẫn có loại kênh đặt sẵn (có sẵn) và kênh cảm ứng (không có sẵn).

c) Tương tự như Bi-T, cũng có 3 kiểu mắc FET cơ bản là . kiểu nguồn chung (SC), kiểu máng chung (DC) và kiểu ít gặp hơn : Cửa chung (GC).

d) Phương pháp phân cực 1 chiều cho FET ở chế độ khuếch đại chủ yếu dùng dòng I_S (tự phân cực), tạo ra điện áp 1 chiều. Trên điện trở cực nguồn $u_{R_S} = I_S R_S = -u_{GS}$, sau đó được dẫn qua 1 điện trở của nguồn R_G lớn tới cực G dùng làm thiên áp cực cửa cho JFET sao cho $|U_{GS}| \approx 0,5 |U_p|$ và $I_D \approx 0,3 I_{DO}$

e) Ở chế độ chuyển mạch, người ta chia FET thành 2 nhóm : nhóm khóa thường mở (JFET và MOSFET nghèo) và nhóm khóa thường đóng (MOSFET giàu, kênh cảm ứng), khi có tín hiệu điều khiển từ cực G, khóa sẽ chuyển trạng thái.

f) Các tính chất của sơ đồ khuếch đại SC, DC được suy ra từ các tính chất tương ứng của sơ đồ khuếch đại EC và CC của Bi-T với các hệ thức tính toán (2.169) đến (2.171) và (2.178) (SGK).

9. Bộ khuếch đại 1 chiều được dùng để khuếch đại các tín hiệu có tần số cực thấp (biến đổi chậm theo thời gian). Sơ đồ phổ biến nhất là bộ khuếch đại vi sai có cấu trúc là 1 cầu cân bằng song song với tính chất đối xứng cao ở lối vào và lối ra và có thể sử dụng trong cả hai trường hợp đối xứng và không