

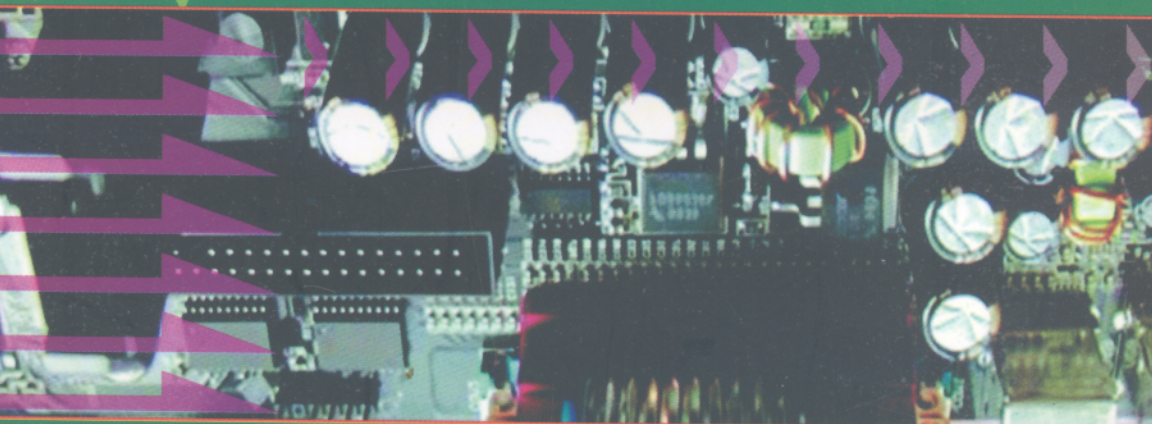


SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Lý thuyết Điện tử công nghiệp

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

KS. CHU KHẮC HUY

GIÁO TRÌNH
LÝ THUYẾT
ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
LÝ THUYẾT
ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2005

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH

Biên tập
PHẠM QUỐC TUẤN

Bìa
TRẦN QUANG
Trình bày - Kỹ thuật vi tính
LƯU NGỌC TRÂM
Sửa bản in
PHẠM QUỐC TUẤN

Mã số xuất bản: $\frac{373 - 373.7}{\text{HN} - 05}$ 60/407/05

In 1.660 cuốn, khổ 17 x 24 cm, tại Công ty In Khoa học Kỹ thuật - Hà Nội.
Số in: 154. Giấy phép xuất bản số: 60GT/407 CXB cấp ngày 29/3/2005.
In xong và nộp lưu chiểu tháng 5 năm 2005.

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm “50 năm giải phóng Thủ đô”, “50 năm thành lập ngành” và hướng tới kỷ niệm “1000 năm Thăng Long - Hà Nội”.

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Lời nói đầu

Kỹ thuật điện tử trong những năm gần đây đã phát triển mạnh mẽ và được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật. Một trong những lĩnh vực mà kỹ thuật điện tử đã hỗ trợ đắc lực là lĩnh vực điều khiển trong các hệ thống lạnh và điều hoà không khí.

Để giúp những cán bộ kỹ thuật ngành máy lạnh và điều hoà không khí có những kiến thức cơ sở cơ bản về kỹ thuật điện tử, nhờ đó có khả năng tiếp cận được kỹ thuật điện tử ứng dụng trong máy lạnh và điều hoà không khí một cách nhanh chóng, để có thể khắc phục hoặc cải tiến các mạch điện tử trong điều khiển máy lạnh và điều hoà không khí, Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội đã cho phép biên soạn giáo trình Lý thuyết điện tử công nghiệp dựa theo đề cương Lý thuyết điện tử công nghiệp dùng cho ngành máy lạnh và điều hoà không khí đã được Sở duyệt. Giáo trình này cũng có thể là tài liệu tham khảo cho các độc giả làm việc trong các lĩnh vực không chuyên về điện tử.

Nội dung giáo trình gồm 4 chương:

Chương 1: Linh kiện điện tử.

Chương 2: Kỹ thuật mạch điện tử

Chương 3: Kỹ thuật số và vi xử lý

Chương 4: Mạch ứng dụng

Mặc dù rất cố gắng, tuy nhiên cuốn sách khó tránh khỏi sai sót. Rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của độc giả.

Nhân dịp này chúng tôi xin chân thành cảm ơn tiến sỹ Nguyễn Văn Thuấn, giáo viên khoa Tự động hoá - Học viện Kỹ thuật quân sự, thạc sỹ Phạm Quốc Hải, phó tổ trưởng bộ môn Tự động hoá xí nghiệp, khoa Điện - Đại học Bách khoa Hà Nội và kỹ sư Lê Duy, trưởng phòng kỹ thuật công ty Carrier cùng các nhà khoa học khác đã nhiệt tình giúp đỡ chúng tôi trong quá trình biên soạn giáo trình này.

TÁC GIẢ

Chương 1

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

I. ĐIỆN TRỞ

1. Công dụng

Điện trở là một trong những loại linh kiện được dùng nhiều trong các thiết bị vô tuyến - điện tử nhằm khai thác một điện áp U khi có dòng điện I theo công thức $U = RI$ hoặc ngược lại, khai thác dòng điện I khi có điện áp U : $I = \frac{U}{R}$ hoặc tạo thành các mạch phân áp, mạch rẽ dòng điện v.v..

2. Các thông số cơ bản của điện trở

2.1. Điện trở danh định

Trên điện trở người ta thường không ghi giá trị thực của điện trở mà chỉ ghi giá trị gần đúng đã quy tròn, đó là điện trở danh định. Điện trở danh định được biểu thị bằng ôm (Ω), kilôôm ($K\Omega$), mêgaoôm ($M\Omega$), gigaôm ($G\Omega$).

$$1\text{ G}\Omega = 1000\text{M}\Omega = 1000000\text{k}\Omega = 1000000000\Omega$$

2.2. Sai số

Điện trở danh định không hoàn toàn đúng với giá trị thực của điện trở mà nó có một sai số nào đó. Sai số thường tính theo phần trăm (%). Dựa vào sai số, người ta chia điện trở thành ba cấp chính xác: cấp I sai số $\pm 5\%$; cấp II sai số $\pm 10\%$ và cấp III sai số $\pm 20\%$.

2.3. Công suất chịu đựng

Khi làm việc thì điện trở bị nóng lên, do đó mỗi loại điện trở chỉ chịu đựng được một công suất nhất định, vượt quá công suất này điện trở sẽ không làm việc lâu dài được. Công suất chịu đựng là công suất tổn hao lớn nhất điện trở có thể chịu đựng được trong một thời gian dài mà không ảnh hưởng đến trị số của điện trở. Thường kích thước của điện trở càng lớn thì công suất chịu đựng của nó càng

cao. Khi thay thế điện trở phải chọn loại có công suất chịu đựng bằng hoặc lớn hơn điện trở cũ.

2.4. Hệ số nhiệt của điện trở

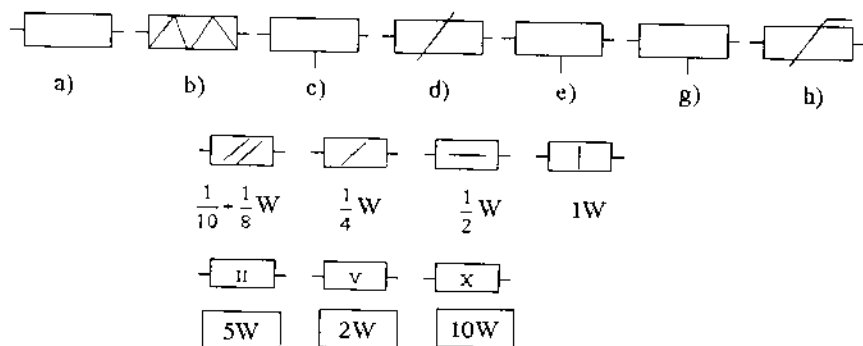
Khi nhiệt độ làm việc thay đổi thì trị số điện trở của điện trở cũng thay đổi. Sự thay đổi trị số tương đối khi nhiệt độ thay đổi 1°C gọi là hệ số nhiệt của điện trở. Trừ loại điện trở nhiệt, còn các loại điện trở thông thường khác khi nhiệt độ tăng 1°C thì trị số điện trở của nó tăng khoảng 0,2%.

Ngoài các thông số kể trên còn có các thông số khác như: mức tạp âm, điện cảm và điện dung tập tán v.v...

3. Ký hiệu và ghi nhãn điện trở

3.1. Ký hiệu: Hình 1.1

Trên sơ đồ các máy vô tuyến - điện tử, điện trở được ký hiệu bằng một hình chữ nhật có chữ R và chỉ số kèm theo (như R1, R2, R3...), đôi khi có ghi cả trị số của điện trở. Trên sơ đồ có khi còn ghi cả ký hiệu công suất chịu đựng của điện trở.



Hình 1.1: Ký hiệu điện trở

Ngoài ra còn có cách ký hiệu khác về điện trở, biến trở như hai hình dưới đây.



3.2. Ghi nhãn

Trên điện trở chủ yếu ghi trị số điện trở danh định, sai số hoặc cấp chính xác với những điện trở tương đối lớn, đôi khi còn ghi công suất chịu đựng, loại điện trở và ký hiệu của nhà máy sản xuất. Nhãn có thể được ghi bằng số và chữ trực tiếp, thí dụ: $15\text{k}\Omega \pm 10\%$, 2W. Đối với những điện trở có kích thước nhỏ, việc

đọc các đại lượng rất khó khăn, nhất là khi sửa chữa phải đọc trị số của chúng khi chúng được lắp ở trong máy. Do đó ngoài cách ghi bằng số và chữ, người ta còn dùng khá phổ biến ký hiệu màu (hay luật màu) để ghi các đại lượng cần thiết.

Ký hiệu màu của điện trở được minh hoạ trong hình 1.2

a) Với các điện trở thông thường: Trên thân điện trở có 4 vòng màu. Trong đó:

- Màu của vòng 1 và 2 biểu thị các số.
- Màu của vòng 3 là hệ số nhân.
- Màu của vòng 4 biểu thị cấp chính xác của điện trở. Thể hiện bằng phạm vi sai số.

Giá trị các màu quy ước như sau:



Hình 1.2: Các vòng màu của điện trở

Ví dụ : Trên thân điện trở có các vạch màu như sau:

- đỏ, đỏ, nâu, nhũ bạc; như vậy điện trở này có giá trị là $22 \cdot 10^1 \pm 10\% = 220 \Omega \pm 10\%$.

- xanh da trời, xanh lá, đỏ, nhũ vàng; điện trở này có giá trị là

$56 \cdot 10^2 \pm 5\% = 5600 \Omega \pm 5\%$

Màu của vòng	Giá trị bằng số của vòng 1;2	Hệ số nhân của vòng 3	Sai số của vòng 4 (%)
đen	0	$10^0 = 1$	
nâu	1	$10^1 = 10$	
đỏ	2	10^2	
da cam	3	10^3	
vàng	4	10^4	
xanh da trời	5	10^5	
xanh lá cây	6	10^6	
tím	7	10^7	
xám	8	10^8	
trắng	9	10^9	
nhũ vàng		$10^{-1} = 0,1$	$\pm 5\%$
nhũ bạc		$10^{-2} = 0,01$	$\pm 10\%$

Trong các máy đo và máy tính cần dùng tới các điện trở có độ chính xác cao hơn. Các điện trở này được ký hiệu bằng 5 vòng màu trong đó các vòng 1; 2; 3; biểu thị các số, vòng thứ 4 là hệ số nhân, vòng thứ 5 mới là vòng biểu thị mức chính xác.

4. Một số chú ý khi sử dụng điện trở

4.1. Kiểm tra đơn giản chất lượng điện trở

Để kiểm tra đơn giản chất lượng điện trở, đối với những điện trở có điện trở danh định nhỏ (dưới $1M\Omega$) thì dùng ôm kế hay đồng hồ đo điện vạn năng để ở thang đo thích hợp, với những điện trở có điện trở danh định lớn (trên $1M\Omega$) thì dùng megôm kế kiểm tra xem điện trở có bị đứt (đồng hồ chỉ điện trở ∞) hay bị sai trị số không (giá trị đo đồng hồ chỉ lớn gấp nhiều lần so với điện trở danh định). Nếu đồng hồ chỉ trị số gần đúng với trị số danh định là điện trở còn tốt.

4.2. Quan sát sự nguyên vẹn của điện trở

Lớp sơn phủ đều, không bị nứt mẻ, kiểm tra các dây dẫn xem có gắn chặt vào thân điện trở không. Đối với điện trở đang sử dụng thì xem màu ở giữa thân của điện trở có bị thâm lại không, vì đó là biểu hiện điện trở làm việc bị nóng quá, loại này tuy chưa bị đứt nhưng thường sai trị số.

4.3. Đối với chiết áp và biến trở

Dùng đồng hồ đo điện trở ở hai đầu dây xem có bị đứt không. Sau đó, đo điện trở ở một đầu với điểm giữa. Khi đo, xoay trục xoay của chiết áp xem điện trở biến đổi có đều không, mức độ tiếp xúc của con chạy có tốt không; nếu khi xoay trục kim đồng hồ lúc chỉ vô cùng, lúc chỉ một giá trị nào đó biểu hiện độ tiếp xúc của con chạy kém. Khi cần thay thế chiết áp, ngoài yêu cầu đúng hình dáng kích thước, điện trở danh định còn phải chọn đúng nhóm của chiết áp.

II. TỤ ĐIỆN

1. Công dụng

Tụ điện là một trong những loại linh kiện được dùng nhiều trong các thiết bị vô tuyến - điện tử để tạo thành các mạch cộng hưởng, mạch lọc, liên lạc, ngăn dòng một chiều (nhưng cho dòng xoay chiều đi qua v.v...).

2. Cấu tạo chung của tụ điện

Cấu tạo chung của tụ điện gồm hai phiến dẫn điện có dây dẫn ra, ở giữa là một chất điện môi, toàn bộ thường được đặt trong một vỏ bảo vệ. Dựa theo chất

điện môi, tụ điện được chia thành các loại: tụ giấy, tụ mica, tụ gốm, tụ màng nhựa, tụ hoá chất... Theo sự thay đổi điện dung có các loại: tụ điện có điện dung cố định, tụ điện tinh chỉnh và tụ điện biến đổi.

3. Những thông số cơ bản của tụ điện

3.1. Điện dung danh định

Tụ điện có khả năng tích một điện lượng Q dưới một điện áp U nào đó theo công thức $Q = CU$.

C đặc trưng cho khả năng tích điện của tụ điện được gọi là điện dung của tụ điện.

Điện dung của tụ điện phụ thuộc vào diện tích hữu ích S của phiến dẫn điện, chiều dày d của chất điện môi và hằng số điện môi của chất điện môi.

$$C = 0,009 \cdot \epsilon \frac{S}{d}$$

Đơn vị đo điện dung là farad, ký hiệu là F (nếu $Q = 1$ Culông, $U = 1V$ thì $C = 1F$), nhưng vì farad là đơn vị rất lớn nên trong thực tế thường dùng các ước số của farad là: microfarad (μF); nanofarad (nF) và picofarad (pF), $1F = 10^6 \mu F = 10^9 nF = 10^{12} pF$.

3.2. Sai số

Cũng như điện trở, tụ điện thường dùng có các cấp chính xác tương ứng với các sai số. Tuỳ theo yêu cầu của mạch điện mà chọn loại tụ điện có cấp chính xác thích hợp.

3.3. Điện áp công tác

Điện áp công tác là điện áp lớn nhất mà tụ điện có thể làm việc lâu dài (khoảng 10.000 giờ). Trên tụ điện thường ghi điện áp công tác đối với dòng điện một chiều. Khi làm việc ở điện áp xoay chiều cần phải chọn tụ điện có điện áp công tác gấp 1,5 - 2 lần trị số hiệu dụng của điện áp xoay chiều.

3.4. Tổn hao

Tụ điện lý tưởng không tiêu hao năng lượng, còn các loại tụ điện sử dụng trong thực tế ít nhiều đều tiêu hao năng lượng làm chất lượng của tụ điện giảm đi. Mức độ tổn hao của tụ điện được biểu thị bằng tang của góc tổn hao.

Đại lượng nghịch đảo của tg δ gọi là phẩm chất của tụ điện và được ký hiệu là Q_c :

$$Q_c = \frac{1}{tg\delta} = \frac{2\pi fC}{R} = \frac{2\pi fC}{R}$$

3.5. Điện trở cách điện

Sau khi tích điện, đáng lẽ tụ điện phải giữ điện được lâu dài, nhưng do chất điện môi chỉ là một chất có điện trở lớn nên có một dòng điện rò (tuy rất nhỏ) hình thành giữa hai phiến của tụ điện làm tụ điện bị mất điện. Dòng điện rò lớn hay nhỏ, làm tụ điện nhanh hay lâu mất điện do điện trở của chất điện môi quyết định.

Đối với tụ hoá, điện trở cách điện được biểu thị bằng dòng điện rò I_c .

Khi kiểm tra ta đo dòng điện rò. Những tụ điện nào ($C=20\text{ }\mu\text{F}$, $U=400\text{V}$) có dòng điện rò nhỏ hơn hay bằng $0,9\text{ mA}$ thì tụ điện đó là tốt, nếu $I_c > 0,9\text{ mA}$ thì tụ điện đó không dùng được.

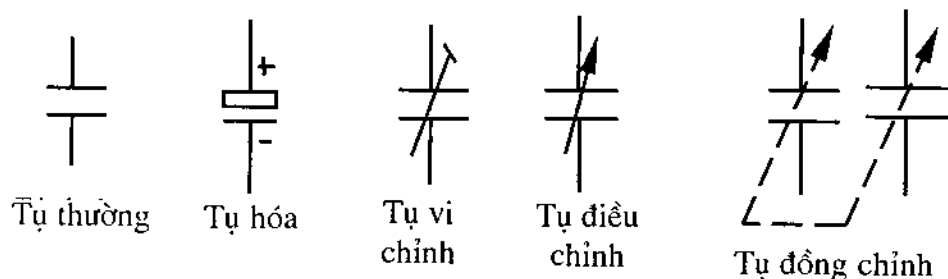
3.6. Hệ số nhiệt của tụ điện

Khi nhiệt độ thay đổi sẽ làm kết cấu tụ điện thay đổi, do đó điện dung của tụ điện thay đổi. Sự biến đổi của điện dung tính theo phần % khi nhiệt độ thay đổi 1°C gọi là hệ số nhiệt của tụ điện.

3.7. Điện cảm tạp tán

Do kết cấu của tụ điện có hình thành điện cảm (các phiến, dây dẫn), điện cảm này ảnh hưởng rõ khi tụ điện làm việc với dòng điện xoay chiều ở tần số cao. Để mạch điện làm việc được ổn định, tần số công tác lớn nhất của tụ điện cần phải nhỏ hơn 2 - 3 lần tần số cộng hưởng của tụ điện (do điện dung của tụ điện và điện cảm tạp tán hình thành mạch cộng hưởng).

4. Ký hiệu và phân loại



Hình 1.3: Ký hiệu các loại tụ điện

Trên hình 1.3 giới thiệu ký hiệu các loại tụ điện trên các sơ đồ mạch điện. Đối với tụ điện có điện dung cố định (trừ tụ hoá) còn có thêm các ký hiệu phụ (thường là các chấm đặt ở bên cạnh) để chỉ rõ chất điện môi của tụ điện.

Dựa vào chất điện môi và kết cấu người ta thường phân loại tụ điện gồm:

+ Tụ giấy: Chất điện môi trong tụ làm bằng loại giấy mỏng không thấm nước, phiến dẫn điện thường bằng nhôm. Tụ giấy thường được dùng để phân đường, ngăn nối tầng, lọc trong những mạch điện tần số thấp và một chiều.

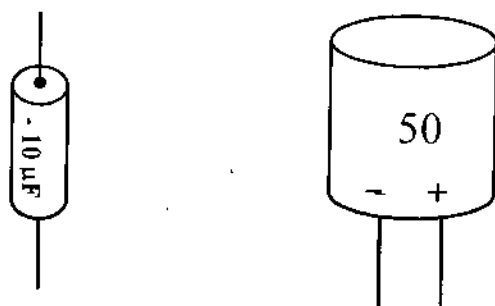
+ Tụ mica: Chất điện môi là mica có chất lượng cao, phiến dẫn điện là lá bạc hay lớp bạc rất mỏng. Loại này có tổn hao năng lượng rất bé, điện trở cách điện cao, được dùng chủ yếu trong các mạch cao tần.

+ Tụ gốm, gốm thuỷ tinh và men thuỷ tinh: Tụ này có đặc tính điện cao, kích thước không lớn được dùng trong các mạch cao tần và siêu cao tần. Điện trở cách điện lớn. Đặc biệt có một loại sản xuất từ gốm xacnhet dùng trong mạch điện âm tần có hằng số điện môi lớn, điện trở cách điện thấp. Có loại tụ gốm có hệ số nhiệt âm.

+ Tụ màng nhựa, màng nhựa kim loại: Chất điện môi là màng nhựa mỏng bằng polistiron hay teflon, phiến dẫn điện bằng lá kim loại mỏng.

Loại này có trị số điện dung ổn định, điện trở cách điện đến 100.000Ω nhiệt độ làm việc thường thấp.

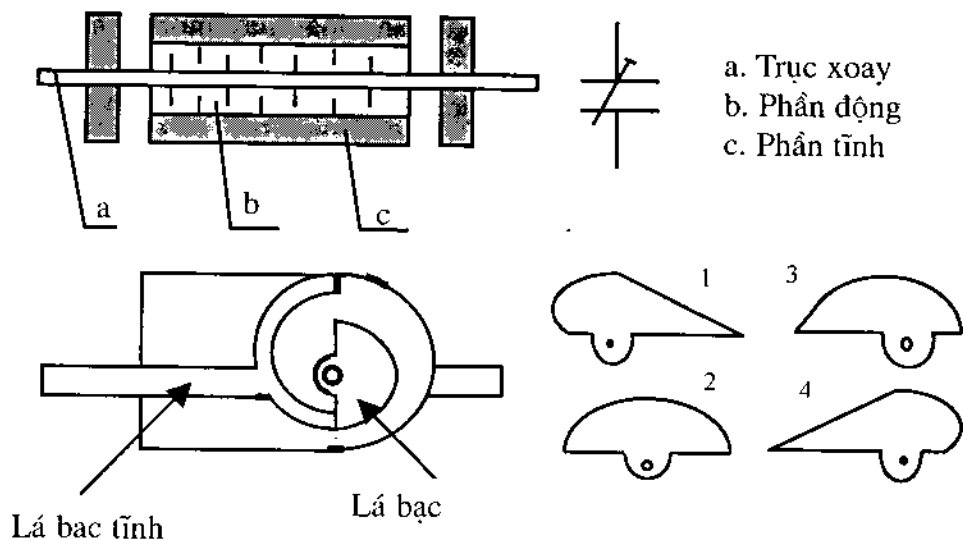
+ Tụ hoá học: Tụ này có điện môi là một lớp oxyt phủ trên kim loại làm một phiến tụ điện (cực dương), phiến thứ hai (cực âm) làm bằng chất điện phân. Phần tiếp giáp với lớp oxyt kim loại làm cực dương thường là nhôm hay tantan. Tụ hoá có điện dung lớn, kích thước bé, tiêu hao năng lượng và dòng điện rò lớn. Tụ hoá chỉ được dùng trong mạch điện một chiều và xung, thường dùng trong các bộ lọc nắn điện, chặn và ghép trong các mạch tần thấp và trong các bộ khuếch đại dùng bán dẫn.



Hình 1.4: Hình dáng của tụ hoá

Khi để lâu không dùng thì trị số điện dung của tụ hoá bị giảm. Nếu đấu ngược cực tụ hoá sẽ bị hỏng.

Người ta cũng sản xuất loại tụ hoá không phân cực, trong đó cả hai bản cực đều có lớp oxyt.



Hình 1.5: Tụ xoay

+ Tụ biến đổi (tụ xoay) có điện dung biến đổi được trong một khoảng cách nhất định. Thường điện môi là không khí, mica hoặc màng nhựa. Tụ gồm hai bộ má tĩnh và động do nhiều lá kim loại hợp thành và xếp xen kẽ nhau. Trị số của tụ thay đổi do điện tích đối diện của các má tĩnh và động thay đổi. Tụ này thường được dùng trong các mạch cộng hưởng cao tần của các máy thu, phát. Tụ biến đổi có loại thay đổi trị số trong khoảng nhỏ 10 - 60 pF, thường được dùng để hiệu chỉnh lại các trị số điện dung trong những điều kiện cần thiết cụ thể, còn được gọi là tụ tinh chỉnh.

Tên tụ hoá và tụ giấy người ta ghi trực tiếp các tham số như:

- Điện dung của tụ điện
- Điện áp công tác
- Sai số

Đối với các loại tụ khác có điện dung nhỏ bậc pF người ta ghi điện dung của tụ theo kiểu mã số bằng 3 chữ số. Trong đó số thứ 3 = số chữ số 0 đứng sau 2 số đầu.

Ví dụ: 473 = 47.000 pF

221 = 220 pF

5. Những điểm cần biết khi sử dụng tụ điện

Khi cần thay thế tụ điện nên chọn đúng loại: điện dung danh định, sai số, điện áp công tác, chất điện môi và kích thước phù hợp. Trừ điện dung danh định

còn nếu tìm được loại tụ mới có các chỉ tiêu khác tốt hơn tụ cũ thì càng tốt (thường loại này có kích thước lớn hơn loại cũ). Cần đặc biệt chú ý: điện áp công tác của tụ mới thay vào phải lớn hơn hoặc ít nhất bằng tổng cộng điện áp mà tụ điện phải chịu đựng (xoay chiều, một chiều, xung) và phải tính theo điện áp đỉnh (chứ không phải điện áp hiệu dụng). Ở các mạch không đòi hỏi độ chính xác cao có thể thay thế bằng tụ điện có sai số lớn hơn chút ít.

Nếu không chọn được loại tụ đúng chất điện môi, nên chọn loại có tổn hao tương đương hoặc nhỏ hơn.

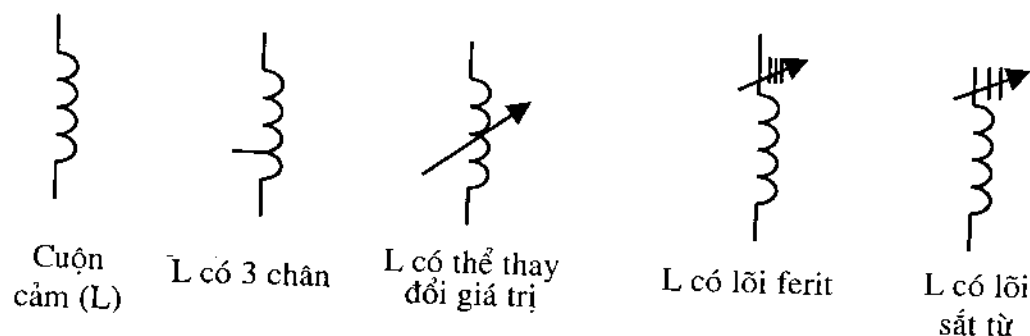
III. CUỘN CẢM VÀ THẠCH ANH

1. Cuộn cảm

1.1. Công dụng và ký hiệu

Cuộn cảm là một linh kiện được dùng trong mạch tạo dao động, mạch cộng hưởng, mạch ghép.

Ký hiệu cuộn cảm



Hình 1.6: Ký hiệu cuộn cảm

Theo công dụng, cuộn cảm có thể được chia thành các loại: cuộn cảm dao động, cuộn cảm ghép, cuộn cảm cao tần và cuộn cảm âm tần. Theo cấu tạo, cuộn cảm có các loại: một lớp, nhiều lớp, loại hình trụ, loại quấn tổ ong, loại bọc và không bọc kim loại, loại có lõi và loại không lõi.

1.2. Những thông số cơ bản của cuộn cảm

Những thông số cơ bản của cuộn cảm là: Điện cảm, hệ số chất lượng, điện dung tập tán, hệ số nhiệt v.v..

1.2.1. Điện cảm

Điện cảm của cuộn cảm phụ thuộc kích thước, hình dáng và số vòng. Kích thước, số vòng càng lớn thì điện cảm càng lớn. Ngoài ra, vỏ bọc kim loại cũng ảnh hưởng nhiều đến trị số điện cảm: lõi làm tăng điện cảm, có lõi làm giảm điện cảm - loại dùng chất nghịch từ và vỏ bọc kim làm giảm điện cảm. Đơn vị đo điện cảm là Henry (H), nhưng trong thực tế thường dùng các ước số của Henry là miliHenry (mH) và microHenry (μ H).

$$1 \text{ H} = 10^3 \text{ mH} = 10^6 \mu\text{H}$$

Điện cảm thường được ký hiệu là L

1.2.2. Hệ số chất lượng (hay phẩm chất)

Cuộn cảm khi mắc vào mạch điện xoay chiều, do có tổn hao trong cuộn dây, trong lõi v.v.. nên tiêu thụ một phần năng lượng. Cũng như tụ điện, mức tổn hao được biểu thị bằng giá trị của tang góc tổn hao.

Cuộn cảm có chất lượng càng cao thì tổn hao năng lượng càng nhỏ. Vì vậy, người ta gọi trị số nghịch đảo của tổn hao là hệ số chất lượng và thường ký hiệu là Q

$$Q = \frac{1}{\tan \delta} = \frac{2\pi f L}{r}$$

Có thể nâng cao hệ số chất lượng bằng cách dùng lõi bằng các vật liệu từ như: ferits, sắt cacbon, aluafic, csifo... vì khi đó, với trị số điện cảm như cũ chỉ cần quấn ít vòng dây hơn.

Các cuộn cảm dùng trong các thiết bị vô tuyến điện tử dân dụng cần có hệ số phẩm chất ít nhất là 40, có nhiều bộ phận cần đến 300 như cuộn cảm trong mạch dao động có đặc tuyến cộng hưởng nhọn.

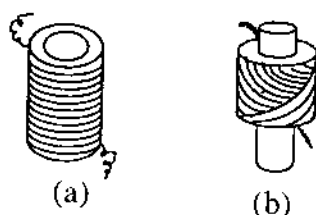
1.2.3. Điện dung tạp tán

Những vòng dây và các lớp dây tạo nên một điện dung, có thể xem như có một tụ điện mắc song song với cuộn cảm. Điện dung này làm giảm chất lượng cuộn cảm. Cuộn cảm một lớp có điện dung tạp tán bé nhất (1-3 pF), cuộn cảm nhiều lớp có điện dung tạp tán khoảng 5-30 pF. Bằng cách quấn phân đoạn hay quấn tổ ong sẽ làm giảm điện dung này.

1.3. Phân loại cuộn cảm

+ Cuộn cảm một lớp: (Hình 1.7) thường dùng ở tần số cao hơn 1,5 MHz, có thể quấn sát nhau hay quấn cách bước. Cuộn cảm một lớp quấn cách bước có đặc điểm là hệ số chất lượng và độ ổn định cao ($Q = 150 - 400$), chủ yếu dùng trong

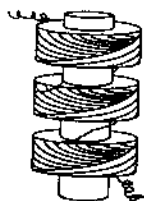
các mạch sóng ngắn và sóng cực ngắn. Với các cuộn cảm có trị số điện cảm lớn hơn $15\mu\text{H}$ người ta có thể quấn một lớp sít nhau. Cuộn cảm quấn sít nhau cũng có chất lượng cao và dùng nhiều trong những mạch sóng ngắn, sóng trung (với L không quá $200\mu\text{H}$).



Hình 1.7: Cuộn cảm một lớp lõi không khí

Trong các máy thu có băng sóng ngắn, cuộn cảm dao động một lớp thường dùng cốt bằng nhựa hoá học có đường kính 8 - 20mm, dây quấn là dây sơn men cách điện đường kính 0,4 - 0,8mm, với cuộn cảm ghép dùng dây nhỏ hơn (0,1 - 0,2mm).

+ Cuộn cảm nhiều lớp: (Hình 1.8) cuộn cảm có điện cảm trên $100\mu\text{H}$ thường quấn nhiều lớp và dùng ở tần số dưới 2,5 MHz như cuộn cảm ở băng sóng trung, sóng dài.



Hình 1.8: Cuộn cảm nhiều lớp, nhiều đoạn

Để giảm điện dung tạp tán, nâng cao hệ số chất lượng người ta thường quấn tổ ong và quấn phân đoạn.

+ Cuộn cảm hình xuyên: Lõi là một vòng hình nhẫn và dây được quấn trên đó.

+ Cuộn cảm có hình mạng nhện: Các vòng dây được quấn trên một tán tròn xẻ rãnh.

+ Cuộn cảm có bọc kim: Để loại trừ can nhiễu do các điện từ trường ở xung quanh hoặc do các cuộn cảm ở gần ảnh hưởng người ta phải bọc quanh cuộn cảm một vỏ bằng kim loại (thường là nhôm) để cách ly. Do bọc kim nên các thông số của cuộn cảm thay đổi; điện cảm và hệ số chất lượng giảm, điện dung tạp tán

tăng. Các thông số này thay đổi càng nhiều khi vỏ bọc càng gần cuộn dây, vì vậy vỏ bọc phải có đường kính đủ lớn.

+ Cuộn cảm có lõi sắt từ: Loại này thường dùng trong bộ lọc trung tần (biến áp trung tần) và mạch dao động trong máy thu. Thay đổi vị trí tương đối của lõi sắt từ với cuộn dây sẽ điều chỉnh được điện cảm của cuộn dây (có thể thay đổi đến 50%).

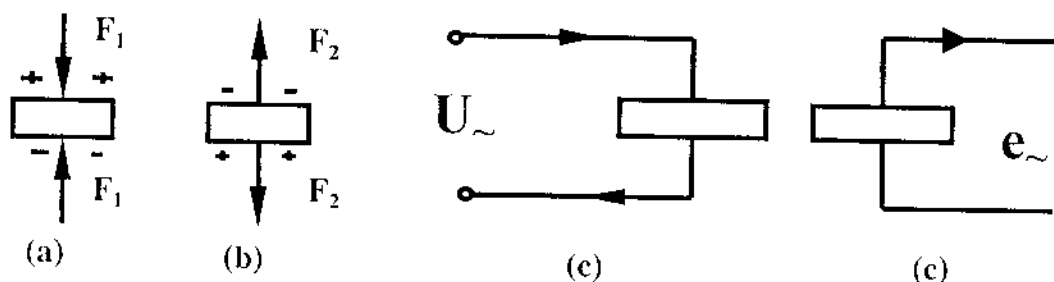
+ Cuộn cảm cao tần: Dùng để ngăn dòng điện cao tần. Chúng có thể là cuộn cảm một lớp hay nhiều lớp.

+ Cuộn cảm âm tần: Với lõi bằng vật liệu sắt từ, loại này thường dùng trong bộ lọc nguồn điện.

2. Thạch anh

2.1. Thạch anh và tính chất áp điện

Thạch anh trong tự nhiên là những tinh thể lớn phân chính hình lăng trụ: 2 đầu hình chóp Thạch anh sử dụng trong kỹ thuật điện tử là những phiến mỏng được cắt ra từ tinh thể thạch anh.



Hình 1. 9 : Các tính chất áp điện của thạch anh

Các tính chất áp điện của thạch anh

Các miếng thạch anh có tính chất áp điện:

Hình a: Nếu tác dụng vào 2 mặt của miếng thạch anh những lực nén F_1 thì ở 2 mặt của thạch anh xuất hiện sự tích điện trái dấu.

Hình b: Nếu đổi chiều lực tác dụng nghĩa là thay lực nén bằng lực kéo F_2 thì điện tích ở 2 mặt của thạch anh cũng đổi dấu.

Hình c: Nếu đưa điện áp xoay chiều $\sim U$ tới 2 mặt của bản thạch anh thì miếng thạch anh sẽ rung động với tần số bằng tần số của nguồn U .

Hình d: Nếu ta làm cho miếng thạch anh rung động thì giữa 2 mặt của thạch anh sẽ xuất hiện $\sim e$.

Vậy dưới tác dụng của điện trường xoay chiều thì thạch anh sinh ra dao động cơ học và ngược lại khi thạch anh chịu dao động cơ học thì sinh ra sức điện động xoay chiều cảm ứng, vì vậy thạch anh được sử dụng trong kỹ thuật như những khung cộng hưởng.

2.2. Mạch tương đương và các tần số cộng hưởng của thạch anh

Miếng thạch anh dùng trong kỹ thuật điện tử có dạng bản mỏng, 2 mặt đối diện được tráng lớp kim loại mỏng và hàn dây dẫn ra. Trong mạch L_q , C_q , R_q là các tham số của miếng thạch anh phụ thuộc vào kích thước của miếng thạch anh và cách cắt từ khối thạch anh. Miếng thạch anh càng mỏng thì L_q , C_q , R_q càng nhỏ, tần số cộng hưởng riêng của nó càng cao, L_q , C_q , R_q có tính chất ổn định rất cao. C_p là điện dung hình thành giữa 2 mặt được tráng kim loại còn gọi là điện dung giá đỡ.

Với thạch anh 1MHz thì $L_q = 1,5H$, $C_q = 0,016 pF$, $R_q = 60\Omega$ và $C_p = 1-5 pF$.

Nhìn vào sơ đồ tương đương của thạch anh ta có thể thấy ngay thạch anh có 2 tần số cộng hưởng.

- Tần số cộng hưởng nối tiếp là tần số tự nhiên của nhánh bên phải.

$$f_q = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_q C_q}}$$

và một tần số cộng hưởng song song.

$$f_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_q \frac{C_p C_q}{C_p + C_q}}}$$

Do $C_p \gg C_q$ nên tần số f_p rất gần f_q . Từ 2 biểu thức tính f_q và f_p ta dễ dàng thấy ngay $f_p > f_q$. Và có thể vẽ được đặc tính điện kháng của thạch anh theo tần số.

Thường sản xuất các thạch anh có tần số $f_q = 1 KHz$ đến 100 MHz. Tần số dưới 1 KHz kích thước lớn đắt tiền.

Tần số hơn 100 MHz thạch anh quá mỏng, dễ vỡ. Các tính chất về điện của thạch anh có thể tóm tắt như sau:

- Phẩm chất cao $Q = 10^4 \dots 10^5$
- Tỷ số L_q/C_q rất lớn nên trở kháng tương đương của thạch anh

$$R_{td} = \frac{L_q}{C_q \cdot f_q} \quad \text{rất lớn}$$

- Với khung dao động dùng thạch anh có thể đạt được độ ổn định tần số cao tới:

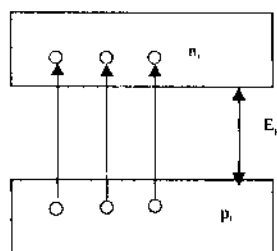
$$\frac{\Delta f}{f_0} = 10^{-6} + 10^{-10}$$

*Trong kỹ thuật vô tuyến điện tử, thạch anh được sử dụng như các khung cộng hưởng nối tiếp hay khung cộng hưởng song song trong các mạch lọc hay sử dụng làm các mạch dao động thạch anh để tạo ra các tần số chuẩn. Ngoài ra người ta còn dùng thạch anh làm dây trễ siêu âm để giữ chậm tín hiệu.

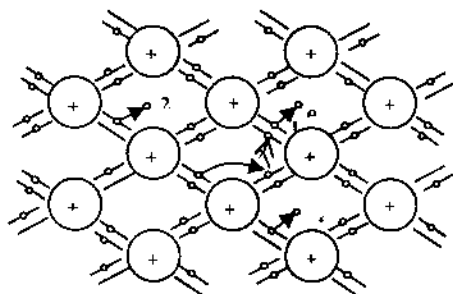
IV. ĐẶC TÍNH DẪN ĐIỆN CỦA CHẤT BÁN DẪN

1. Tính chất dẫn điện của bán dẫn tinh khiết (còn gọi là bán dẫn thuần)

Hai chất bán dẫn tinh khiết điển hình là Germanium (Ge) và Silicon (Si) có cấu trúc vùng năng lượng như H.1.10



Hình 1. 10: Cấu trúc vùng năng lượng của bán dẫn tinh khiết



Hình 1. 11: Cấu trúc mạng tinh thể

với $E_g = 0,72\text{eV}$ và $E_g = 1,12\text{eV}$ thuộc nhóm 4 của bảng tuần hoàn Mendeleev. Mô hình cấu trúc mạng tinh thể như H1.11. Trong mạng tinh thể mỗi nguyên tử có 4 điện tử ở lớp ngoài cùng nên cần 4 điện tử nữa để liên kết mới trở thành bền vững. Vì các nguyên tử ở bên cạnh cũng cần các điện tử để tạo ra mối liên kết chứ không thừa điện tử để cho nên chúng liên kết với nhau bằng mối liên kết đồng hoá trị. Cứ 2 nguyên tử cạnh nhau góp chung 1 đôi điện tử, đôi điện tử này chuyển động trên quỹ đạo chung cho cả 2 hạt nhân tạo ra lực liên kết giữa 2 nguyên tử.

Vì mỗi nguyên tử cần 4 đôi điện tử để tạo ra lớp điện tử bền vững ở lớp ngoài cùng nên nó phải liên kết với 4 nguyên tử khác ở bên cạnh, trong mạng tinh thể không có điện tử tự do. Tuy nhiên, nếu có một tác động nào đó như chuyển động nhiệt, tia bức xạ, phóng xạ, lực điện trường v.v... đủ phá vỡ một mối liên kết sẽ tạo ra một điện tử tự do thoát khỏi mối liên kết. Lúc đó ở chỗ vừa bị phá vỡ sẽ có một điểm thiếu điện tử gọi là lỗ trống hay lỗ. Bình thường nguyên tử ở trạng thái trung hoà. Khi nguyên tử mất một điện tử để lại một lỗ trống nó sẽ trở thành tích điện dương là một lỗ trống ứng với một điện tử dương e^+ . Lỗ trống là nơi cần điện tử nên sẽ kích thích điện tử ở một mối liên kết nào đó bên cạnh nhảy

đến “lấp lỗ” và để lại một lỗ mới (điểm 2). Đến lượt mình lỗ vừa được tạo thành sẽ kích thích một điện tử khác đến lấp lỗ, tạo thành một lỗ mới (điểm 3). Cứ thế tiếp diễn, ta thấy ứng với một mối liên kết bị phá vỡ sẽ tạo ra một cặp điện tử lỗ trống di chuyển hỗn loạn trong khối tinh thể.

Nếu có nhiều mối liên kết bị phá vỡ thì mật độ điện tử tự do và lỗ trống trong khối tinh thể tăng lên nhiều. Lúc đó, nếu đặt khối tinh thể vào điện trường, các điện tử sẽ chuyển động ngược chiều điện trường, còn lỗ trống (tương ứng với điện tích dương) sẽ chuyển động theo chiều điện trường tạo thành dòng điện. Như vậy dòng điện trong chất bán dẫn là dòng điện tử và dòng lỗ trống chuyển dời có hướng.

Mật độ điện tử và lỗ trống trong chất bán dẫn càng lớn thì nó dẫn điện càng tốt. Các yếu tố có tác dụng đến phá vỡ mối liên kết trong bán dẫn sẽ làm tăng độ dẫn điện của nó. Đối với bán dẫn tinh khiết, tính dẫn điện chịu ảnh hưởng của các yếu tố chính sau đây:

1. *Nhiệt độ*: Nhiệt độ tăng thì dao động của các nút mạng tinh thể tăng lên, dễ phá vỡ mối liên kết giữa các nguyên tử. Nhờ vậy, tính dẫn điện của bán dẫn tăng lên. Ở gần 0°K các chất bán dẫn hầu như không dẫn điện.

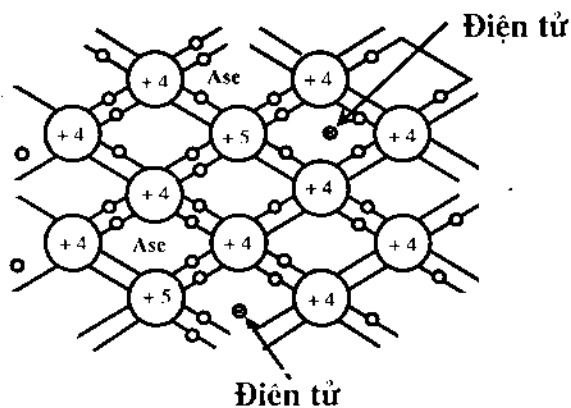
2. *Các tia bức xạ như ánh sáng, tia tử ngoại...* khi chiếu vào khối tinh thể sẽ truyền năng lượng cho điện tử ở lớp ngoài làm cho nó dễ thoát ra trở thành điện tử tự do và tạo ra lỗ trống. Cường độ ánh sáng càng mạnh độ dẫn điện càng tăng.

3. *Cường độ điện trường sẽ tác dụng lực lên các điện tử*. Khi lực tĩnh điện đủ mạnh sẽ phá vỡ mối liên kết và lúc đó bán dẫn trở thành dẫn điện tốt.

Ngoài ra, các tia phóng xạ cũng gây ảnh hưởng đến tính dẫn điện của chất bán dẫn.

Ở chất bán dẫn tinh khiết, mật độ điện tử và lỗ trống luôn luôn bằng nhau. Tính dẫn điện này được gọi là dẫn điện thuần. Nói chung mật độ điện tử và lỗ trống trong bán dẫn tinh khiết rất nhỏ nên chúng được gọi là các phần tử dẫn điện thiểu số hoặc phần tử dẫn điện không cơ bản. Ta cũng có thể thay đổi tính dẫn điện bằng cách pha thêm tạp chất vào bán dẫn. Lúc đó mật độ điện tử và lỗ không bằng nhau, ta sẽ có bán dẫn tạp. Tùy theo mật độ điện tử hay mật độ lỗ lớn hơn, ta có bán dẫn loại n hay bán dẫn loại p.

2. Đặc tính dẫn điện của bán dẫn tạp



Hình 1.12: Bán dẫn n

Nếu pha thêm tạp chất vào bán dẫn tinh khiết, tính dẫn điện sẽ thay đổi. Nếu tạp chất là nguyên tố có quá bốn điện tử ở lớp ngoài cùng (như nguyên tố nhóm năm hay nhóm sáu) ta gọi là tạp chất cho. Ngược lại, nếu nguyên tố tạp chất có ít hơn bốn điện tử ở lớp ngoài cùng, ta gọi là tạp chất nhận (như các nguyên tố ở nhóm ba).

Ta xét diễn biến của mạng tinh thể bán dẫn khi lẫn tạp chất cho, chẳng hạn cho asen (acsênic) vào tinh thể gecmani. Nguyên tử asen có 5 điện tử ở lớp ngoài cùng. Trong mạng tinh thể, nó chỉ cần 4 điện tử để liên kết với 4 nguyên tử gecmani ở lân cận, còn thừa ra một điện tử. Điện tử này liên kết yếu với hạt nhân và dễ dàng trở thành điện tử tự do (H.1.12) và không để lại lỗ trống. Kết quả là mật độ điện tử tăng lên nhiều còn mật độ lỗ không đổi. Khi đó, bán dẫn dẫn điện chủ yếu bằng điện tử nên gọi là bán dẫn điện tử hay bán dẫn loại n (từ chữ negative nghĩa là âm). Phần tử dẫn điện chủ yếu gọi là phần tử cơ bản hay phần tử dẫn điện đa số. ở bán dẫn loại n, phần tử dẫn điện cơ bản là điện tử.

Nếu tạp chất thuộc loại nhận, chẳng hạn như indi thì hiện tượng diễn ra ngược lại. Ta biết nguyên tử indi có 3 điện tử ở lớp ngoài cùng. Trong mạng tinh thể, nó cần 4 điện tử để liên kết với các nguyên tử bên cạnh. Như vậy, mỗi nguyên tử Indi tạo ra một lỗ trống, mà lỗ trống này không kèm theo sự xuất hiện điện tử tự do. Kết quả là mật độ lỗ tăng lên nhiều, còn mật độ điện tử không đổi. Khi đó bán dẫn dẫn điện chủ yếu bằng lỗ nên gọi là bán dẫn lỗ hay bán dẫn loại p (từ chữ positive) nghĩa là dương. Phần tử dẫn điện đa số ở bán dẫn loại p là lỗ trống.

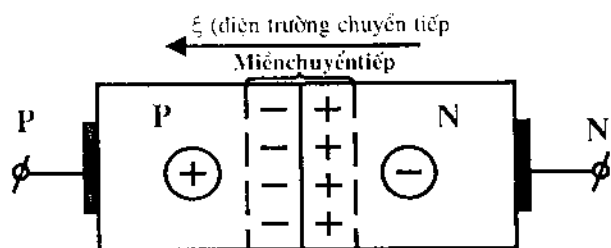
Việc pha tạp chất vào bán dẫn tinh khiết làm tăng độ dẫn điện của chúng lên đến hàng vạn lần. Chẳng hạn, ở điều kiện thường, mỗi cm^3 tinh thể gecmani tinh

khiết (có $4,1 \cdot 10^{22}$ nguyên tử) có chứa $2,5 \cdot 10^{13}$ điện tử dẫn và lỗ trống. Nếu pha thêm 0,001% asen thì trong thể tích đó xuất hiện tới 10^{17} điện tử dẫn, còn số lỗ trống đổi. Nhờ vậy độ dẫn điện tăng lên một vạn lần.

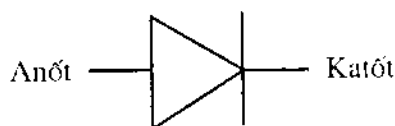
V. ĐIỐT BÁN DẪN

1. Chuyển tiếp p - n và nguyên tắc điốt bán dẫn

Khi cho hai lớp bán dẫn khác loại là bán dẫn loại p và bán dẫn loại n tiếp xúc với nhau (H.1.13) giữa chúng sẽ hình thành lớp chuyển tiếp p-n. Vì ở bán dẫn loại p mật độ lỗ trống lớn hơn rất nhiều so với bán dẫn loại n và mật độ điện tử ở bán dẫn loại n lớn hơn rất nhiều so với bán dẫn loại p nên xảy ra hiện tượng khuếch tán điện tử từ n sang p và khuếch tán lỗ từ p sang n. Mật độ hai bên càng chênh lệch thì mức độ khuếch tán càng mạnh.

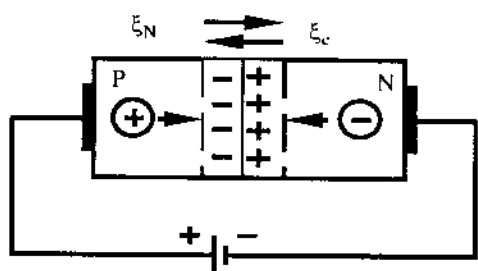


Hình 1.13: Tiếp giáp P-N

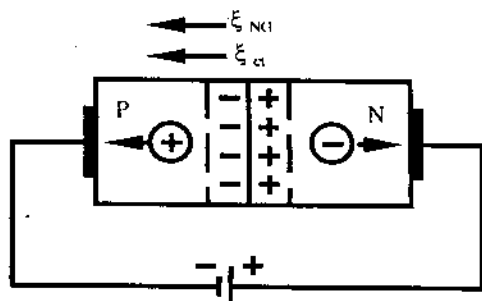


Hình 1.14: Ký hiệu điốt

Khi có sự di chuyển các phân tử dẫn điện qua tiếp giáp p - n sẽ xảy ra sự phân bố lại điện tích. Trước khi tiếp xúc, các lớp bán dẫn ở trạng thái trung hoà. Bây giờ, ở lớp n do mất bớt điện tử nên trở thành tích điện dương. Cũng vậy, lớp p nhận thêm điện tử làm mất các lỗ nên trở thành tích điện âm. Kết quả là lớp tiếp giáp có một điện trường gọi là điện trường chuyển tiếp ξ_{ct} . Điện trường này có tác dụng di chuyển lỗ từ lớp n về lớp p, di chuyển điện tử từ lớp p về lớp n. Nói khác đi, điện trường chuyển tiếp có tác dụng ngăn cản sự khuếch tán các phân tử dẫn điện cơ bản từ lớp n sang lớp p. Khi lực tác dụng của điện trường chưa đủ cân bằng với lực khuếch tán, thì các phân tử dẫn điện đa số còn tiếp tục được phân bố lại, tức điện tử từ n tiếp tục sang p và lỗ từ p tiếp tục sang lớp n, cường độ điện trường chuyển tiếp tiếp tục tăng lên. Khi lực điện trường đủ cân bằng với lực khuếch tán thì mật độ phân bố các phân tử đa số không thay đổi nữa, hệ thống đạt tới trạng thái cân bằng động: trong một đơn vị thời gian, có bao nhiêu phân tử đa số khuếch tán qua lớp ngăn thì cũng có bấy nhiêu phân tử đa số được lực điện trường di chuyển trở lại và sẽ không có dòng điện tổng qua chuyển tiếp. Vì thế chuyển tiếp p - n còn gọi là lớp ngăn p - n.



Hình 1.15.a



Hình 1.15.b

Đặt tiếp giáp p - n vào một điện áp sao cho cực dương nối với lớp p, cực âm nối với lớp n. Điện áp này được gọi là điện áp phân cực thuận hay điện áp thuận (hình 1.15.a). Nó tạo ra điện trường ngoài ξ_{NG} hướng từ p tới n, tức ngược chiều với điện trường chuyển tiếp. Điện trường ngoài có tác dụng khử điện trường lớp ngăn để các phân tử dẫn điện đa số dễ dàng qua được tiếp giáp, tức là lỗ di chuyển từ p qua n và điện tử từ n qua p. Vì phân tử dẫn điện đa số có mật độ rất lớn nên dòng điện này có trị số lớn được gọi là dòng điện thuận. Điện trở của tiếp giáp p - n theo chiều thuận gọi là điện trở thuận, có trị số nhỏ. Dòng điện thuận có chiều (quy ước) từ lớp p sang lớp n.

Bây giờ đổi chiều cực điện áp ngoài, tức là cực dương mắc vào lớp n, cực âm vào lớp p (hình 1.15.b) tiếp giáp sẽ chịu điện áp phân cực ngược hay điện áp ngược. Điện trường ngoài ξ_{NG} cùng chiều với điện trường lớp ngăn ξ_{sc} , nên sẽ làm tăng tác dụng ngăn cản sự di chuyển của các phân tử dẫn điện đa số. Dòng điện của các phân tử đa số sẽ bằng không. Lúc đó chỉ còn lại sự di chuyển của các phân tử điện thiếu số, tức lỗ từ lớp n sang p, điện tử từ lớp p sang n. Đó là dòng điện của các phân tử thiếu số gọi là dòng điện ngược. Vì mật độ các phân tử dẫn điện thiếu số nhỏ hơn rất nhiều so với phân tử dẫn điện đa số nên dòng điện ngược nhỏ hơn rất nhiều so với dòng điện thuận. Nói cách khác, điện trở ngược của tiếp giáp p - n lớn hơn nhiều lần so với điện trở thuận. Dòng điện ngược có chiều từ lớp n sang lớp p.

Như vậy, hệ thống tiếp giáp p - n cũng có đặc tính dẫn điện theo một chiều, chiều từ p sang n và không dẫn điện theo chiều ngược lại. Do đó hệ thống này tương tự như một van điện tử, gọi là điốt bán dẫn. Ký hiệu của điốt bán dẫn vẽ trên hình 1.14. Khi tăng điện áp ngược quá giới hạn cho phép, lớp ngăn bị chọc thủng và dòng điện ngược đột ngột tăng lên, làm hỏng đi - ốt.

2. Đặc tính của diốt bán dẫn

Diốt bán dẫn đầu tiên do Acxep là người Nga phát minh ra năm 1922. Lúc này đèn điện tử đang thịnh hành và phát triển nên phát minh trên không được chú ý. Đến thời gian Chiến tranh thế giới lần thứ hai, do nhu cầu phát triển kỹ thuật ra đa, đèn điện tử bộc lộ nhiều thiếu sót, người ta mới chú ý nghiên cứu hoàn thiện và đẩy mạnh sản xuất các diốt bán dẫn. Đến nay, diốt bán dẫn đã thay thế dần các đèn điện tử ở hầu hết các lĩnh vực:

So với đèn hai cực điện tử, diốt bán dẫn có nhiều ưu điểm như:

1. Kích thước gọn, trọng lượng nhẹ, dễ lắp ráp.
2. Kết cấu đơn giản, chắc chắn, công nghệ sản xuất không phức tạp.
3. Tiêu thụ rất ít năng lượng vì không có mạch nung đèn và sụt áp trong diốt rất nhỏ. Nhờ vậy hiệu suất cao.
4. Thời gian khởi động nhanh, đóng mạch là có thể làm việc ngay, chứ không cần thời gian đốt nóng catốt như ở đèn điện tử hay đèn ion.
5. Tuổi thọ lớn, gấp nhiều lần đèn điện tử.
6. Điện dung nhỏ, đặc biệt là diốt tiếp xúc điểm nên cho phép dùng ở mạch siêu cao tần.

Bên cạnh đó, diốt bán dẫn còn một số nhược điểm như:

1. Điện áp ngược cho phép nhỏ hơn đèn điện tử. Khi cần thiết phải mắc nối tiếp nhiều diốt để giảm điện áp ngược trên mỗi phân tử.
2. Điện trở ngược không bằng vô cùng, mà vẫn có một giá trị giới hạn nên vẫn có dòng điện ngược tuy rất nhỏ.
3. Điện trở biến thiên theo nhiệt độ. Khi nhiệt độ giảm thì điện trở thuận và ngược đều tăng.

Căn cứ theo vật liệu chế tạo, người ta chia diốt thành các loại như: diốt gecmani, silíc, selen, ôxit đồng... Căn cứ theo công dụng, diốt chia ra loại diốt nắn điện (van điện) và diốt tách sóng. Theo dải tần số làm việc có diốt tần số thấp và diốt cao tần, diốt xung theo đặc điểm tiếp xúc, chia ra loại diốt tiếp xúc điểm và diốt tiếp xúc mặt.

3. Các thông số cơ bản của diốt

1. Dòng điện thuận hay trị số trung bình của dòng điện nắn lớn nhất cho phép. Dòng điện này phụ thuộc vào diện tích lớp ngăn và mật độ dòng điện cho phép qua lớp ngăn, tức phụ thuộc vào nhiệt độ làm việc lớn nhất cho phép của diốt và

điều kiện làm lạnh điốt. Hiện nay, người ta đã thấy rằng nếu làm lạnh tốt, các điốt silic có thể đạt mật độ dòng điện thuận cho phép tới hàng trăm A/cm^2 và do đó đã mở ra một lĩnh vực kỹ thuật mới gọi là kỹ thuật bán dẫn công suất lớn.

2. Sụt áp thuận trên điốt ứng với dòng điện thuận.

3. Điện áp ngược lớn nhất cho phép là điện áp lớn nhất đặt vào điốt theo chiều phân cực ngược, lớp tiếp giáp p - n không bị chọc thủng.

4. Dòng điện ngược là dòng điện ứng với điện áp ngược lớn nhất cho phép. Dòng điện này càng nhỏ càng tốt.

5. Trở kháng động hay độ dốc của đường đặc tính vôn-ampe ở phân thuận.

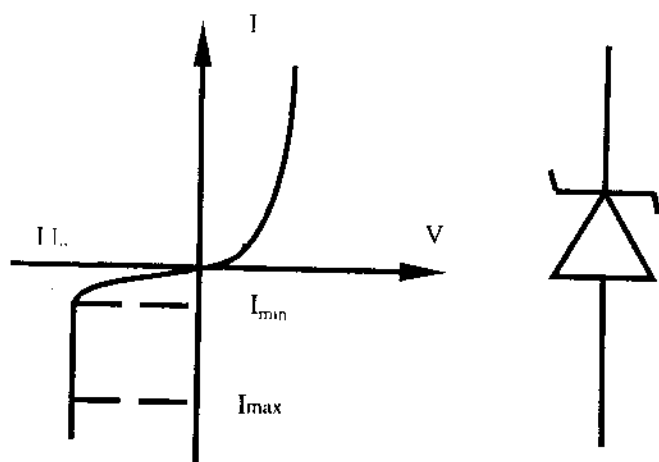
6. Dải tần số làm việc.

7. Điện dung của điốt là điện dung của lớp ngăn p - n khi có điện áp ngược. Các thông số này thường cho sẵn trong các sổ tay kỹ thuật.

4. Một số điốt bán dẫn đặc biệt

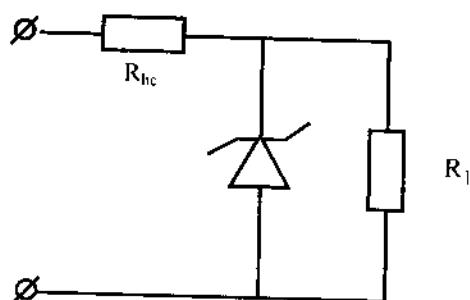
* *Điốt ổn áp* (điốt Zênen)

Điốt ổn áp ứng dụng hiện tượng Zêne nên còn gọi là điốt Zêne, dùng để ổn định điện áp đặt vào tải.



* *Điốt biến dung* (điốt varicap)

Điốt biến dung là điốt có điện dung của lớp ngăn p-n thay đổi theo trị số điện áp ngược, nên còn gọi là điốt varicap (vari - biến đổi, capacitance - điện dung).



Hình 1.16: Mạch ổn áp

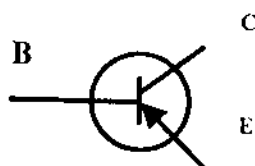
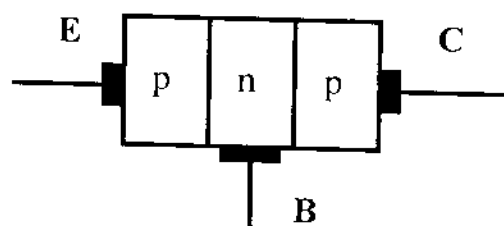


Hình 1.17: Ký hiệu diot biến dung

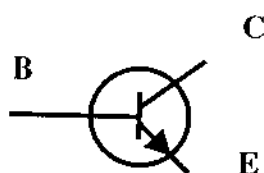
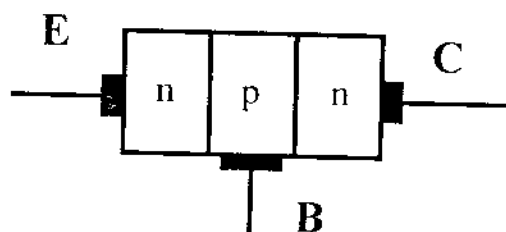
VI. TRANSISTOR

1. Nguyên tắc cấu tạo và hoạt động của transistor

Về nguyên tắc cấu tạo transistor gồm 3 lớp bán dẫn ghép liên tiếp với nhau (hình 1.18), hai lớp ngoài 1 và 3 cùng loại, lớp giữa 2 khác loại. Lớp 1 gọi là cực phát hay emitter, có mật độ phân tử dẫn điện lớn nhất ký hiệu là E, lớp giữa là cực gốc hay bazơ, ký hiệu là B; lớp còn lại gọi là cực góp hay collector ký hiệu là C.



(THUẬN)



(NGƯỢC)

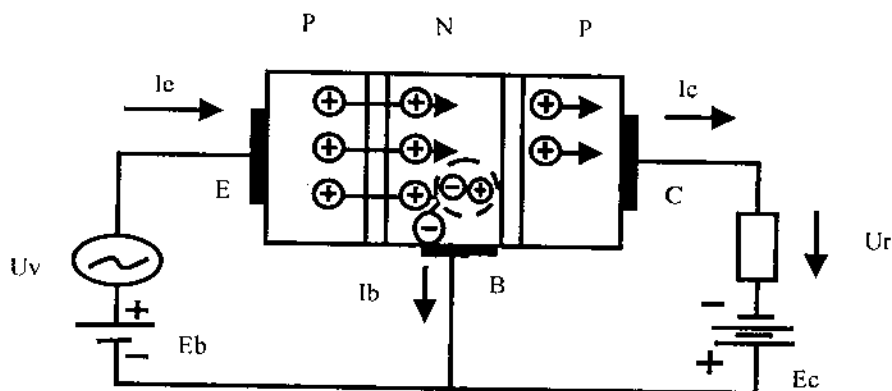
Hình 1.18: Nguyên tắc cấu tạo và ký hiệu transistor

Tuỳ theo các lớp là dẫn điện loại p hay loại n, ta có transistor p - n - p và transistor n - p - n (ta sẽ viết liền là pnp và npn). Ký hiệu của transistor gồm một vòng tròn trong có một nét đậm ngang là cực gốc B, một mũi tên chỉ vào (loại pnp) hoặc chỉ ra (loại npn) là cực phát, một nét nghiêng thứ 3 là cực góp. Trong

chế tạo người ta cho lớp phát có nhiều tạp chất hơn so với lớp gốc, lớp góp và do đó mật độ phần tử dẫn điện ở cực phát lớn hơn nhiều so với cực gốc. Đồng thời, lớp gốc cần có kích thước mỏng.

Ta xét sự hoạt động của transistor pnp mắc theo sơ đồ cực gốc chung (hình 1.19). Do có 3 lớp bán dẫn đặt liền nhau nên transistor có hai tiếp giáp p - n: tiếp giáp phát gốc EB và tiếp giáp gốc - góp BC. Đặt vào tiếp giáp gốc góp B - C nguồn điện cực góp E_C theo chiều phân cực ngược.

- Đặt vào tiếp giáp phát gốc E-B nguồn điện áp E_B theo chiều phân cực thuận làm cho các điện tích đa số (lỗ trống) truyền qua tiếp giáp E-B tạo nên dòng I_E ,



Hình 1.19: Transistor mắc theo sơ đồ gốc chung

chúng tới vùng bazơ trở thành hạt thiểu số và tiếp tục khuếch tán sâu vào vùng bazơ hướng tới tiếp giáp B - C.

Trên đường khuếch tán một phần nhỏ lỗ trống tái hợp với hạt đa số của bazơ (điện tử) tạo nên dòng điện cực bazơ (I_B). Do cấu tạo miền bazơ mỏng nên gần như toàn bộ các hạt khuếch tán tới được bờ của vạch B-C và bị trường gia tốc do B - C phân cực ngược kéo sang miền coléctơ tạo nên dòng điện coléctơ (I_C). Qua phân tích trên ta rút ra được hệ thức cơ bản về các dòng điện trong transistor:

$$I_E = I_B + I_C$$

Để đánh giá mức hao hụt dòng khuếch tán trong vùng bazơ người ta định nghĩa hệ số truyền đạt dòng điện của transistor.

$$\alpha = \frac{I_c}{I_s}$$

Hệ số α xác định chất lượng transistor;

α càng có giá trị gần bằng 1 transistor càng tốt. Để đánh giá tác dụng điều

hiện của dòng điện I_B tới dòng coléctor I_C người ta định nghĩa hệ số khuếch đại dòng điện của transistor.

$$\beta = \frac{I_c}{I_b}$$

β thường có giá trị từ vài chục tới vài trăm. Trong đoạn mạch E - B ngoài nguồn phân cực thuận E_b còn có mắc nguồn tín hiệu U_V cần khuếch đại làm cho mức phân cực thuận B - E thay đổi tạo ra dòng I_b biến thiên nhỏ gây ra dòng I_c biến thiên lớn gấp β lần. Vậy là transistor đã có tác dụng khuếch đại dòng điện.

Đối với transistor npn nguyên lý hoạt động cũng tương tự với điều kiện các cực nguồn E_c , E_b phải đảo cực so với sơ đồ hình 1.19 và phân tử dẫn điện đa số xuất phát từ emitter là điện tử chứ không phải lỗ trống.

2. Các thông số kỹ thuật của transistor

Khi sử dụng transistor, cần biết các thông số kỹ thuật của nó. Các thông số này thường cho sẵn trong các sổ tay tra cứu. Các thông số chính là:

1. Loại transistor: là loại pnp hay npn.

2. Dòng cực góp lớn nhất cho phép I_{cm} là trị số dòng lớn nhất qua cực góp lâu dài không làm nóng quá nhiệt độ cho phép của transistor.

3. Điện áp cực góp lớn nhất cho phép U_{cm} là trị số điện áp lớn nhất đặt vào hai cực góp - phát (sơ đồ phát hoặc góp chung) hay góp - gốc (sơ đồ gốc chung) không làm tiếp giáp B - C bị chọc thủng.

4. Công suất tiêu hao lớn nhất cho phép trên cực góp P_{cm} là trị số công suất lớn nhất tiêu hao trên tiếp giáp góp - gốc trong thời gian dài, transistor vẫn làm việc được bình thường.

5. Hệ số khuếch đại dòng điện tĩnh α hay β cho biết khả năng khuếch đại của transistor. Hệ số α hoặc β càng lớn, khả năng khuếch đại càng mạnh.

6. Dòng góp ban đầu hay dòng góp rò I_{cr} là trị số dòng cực góp khi mạch vào hở ($I_V = 0$). Đó chính là dòng điện phân cực ngược của tiếp giáp B - C. Dòng điện này càng nhỏ thì chất lượng transistor càng tốt. Transistor silic có I_{cr} nhỏ hơn nhiều so với transistor gecmani.

7. Nhiệt độ làm việc giới hạn là nhiệt độ cho phép lớn nhất đảm bảo cho transistor làm việc ổn định, dòng I_{cr} không tăng quá mức và các trị số cho phép I_{cm} , U_{cm} , P_{cm} không giảm quá mức.

8. Tần số cắt f_c là tần số cao nhất transistor có thể làm việc mà hệ số khuếch đại dòng điện giảm đi còn 0,7 trị số ban đầu. Quá giới hạn f_c , hệ số khuếch đại

của tranzito còn cho biết hệ số tạp âm, công dụng (khuếch đại cao tần, âm tần, trộn tần, tạo sóng, tách sóng v.v...) và kiểu bố trí chân (đầu ra) của tranzito.

3. Một số vấn đề về sử dụng transistor

Để sử dụng transistor được tốt, cần chú ý một số điểm sau đây:

1. Phải xác định đúng tên các chân (đầu ra) của transistor

Transistor có 3 cực là cực phát ký hiệu E (hoặc Э tiếng Nga), cực gốc B (hoặc б) và cực góp C (hoặc К). Nếu đấu sai tên cực thì transistor không làm việc được, hoặc có thể bị hỏng (bị chọc thủng lớp tiếp giáp).

Cách bố trí các cực được cho sẵn trong sổ tay tra cứu. Một số ghi sẵn tên cực ngay trên transistor.

Để kiểm tra chắc chắn tên các cực của transistor và để xác định chất lượng đèn, ta có thể dùng cách đo thử bằng ôm-mét (dụng cụ đo vạn năng, đo ở thang điện trở). Nên sử dụng các thang đo Rx100 hay Rx1000 để hạn chế dòng điện qua transistor ở trị số nhỏ. Hai cực của dụng cụ đo là cực có dấu dương (dấu tới cực âm của nguồn pin) và cực có dấu - (dấu tới cực dương của nguồn pin). Mỗi transistor có hai lớp tiếp giáp p - n, tức tương đương với hai điốt. Đo điện trở thuận và ngược của hai điốt này sẽ cho ta xác định sơ bộ chất lượng transistor và tên các cực.

Sử dụng khi kiểm tra. Nếu kim dụng cụ đo lên từ từ là transistor đã kém phẩm chất. Nếu các điện trở ngược rất nhỏ thì tiếp giáp đã bị chọc thủng. Nếu điện trở thuận E - B hoặc B - C có trị số lớn xấp xỉ điện trở ngược là tiếp giáp đã bị đứt, transistor đã hỏng.

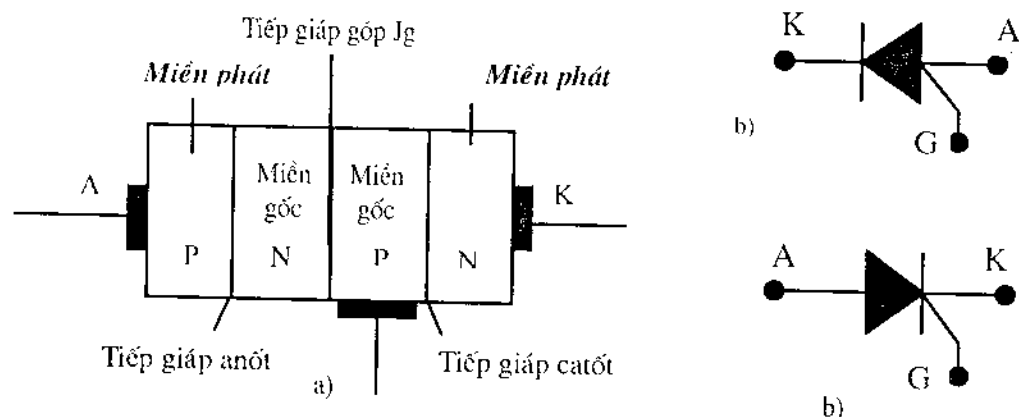
2. Cần biết các chỉ tiêu chất lượng của transistor chủ yếu là hệ số khuếch đại tĩnh α hoặc β và dòng rò I_{cr} . Các transistor cùng ký hiệu thường có chất lượng khác nhau rất nhiều.

3. Cần đảm bảo các trị số cho phép như điện áp cực góp, dòng điện cực góp và công suất tiêu tán trên cực góp. Không được dùng hai thông số cùng ở trị số giới hạn. Các transistor công suất phải được toả nhiệt tốt. Giữa vỏ transistor và cánh tản nhiệt phải tiếp xúc tốt, bề mặt tiếp xúc phải nhẵn. Nếu phải cách điện giữa vỏ transistor và vỏ máy thì nên cách ly cánh tản nhiệt với máy, không nên cách ly cánh tản nhiệt với transistor.

VII. TIRISTOR, DIAC, TRIAC, VARISTOR

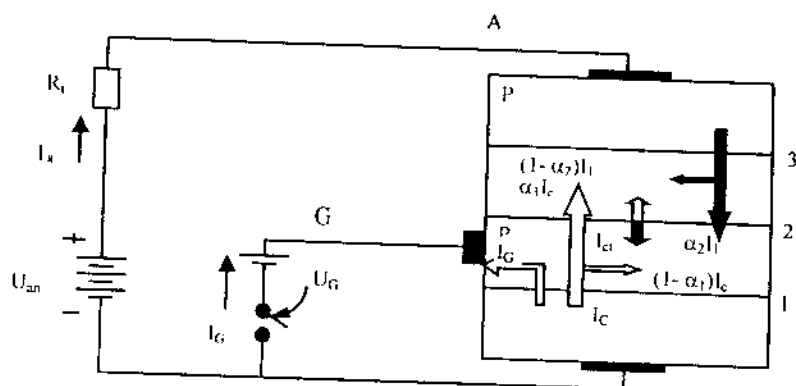
1. Tiristor

Cấu tạo của tiristo (hình 1.20 a) gồm có 4 lớp tinh thể khác loại đặt liền nhau theo trình tự P-N-P-N. Hai lớp ngoài gọi là hai miền phát, miền phát P gọi là anốt A, còn miền phát N gọi là ca tốt K. Hai lớp giữa gọi là miền gốc. Tiếp giáp giữa hai miền gốc gọi là lớp gáp, còn tiếp giáp giữa mỗi miền gốc và miền phát gọi là lớp phát. Một trong 2 miền gốc được đưa ra ngoài thành điện cực thứ 3 gọi là cực điều khiển G. Nếu cực điều khiển ở cạnh ca tốt thì tiristo có ký hiệu hình 1.20b và được gọi là tiristo loại P. Ngược lại nếu cực G ở cạnh anốt thì tiristor thuộc loại N và có ký hiệu như hình 1.20c.

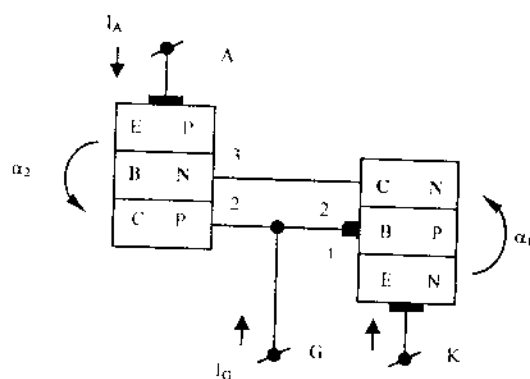


Hình 1.20: Cấu tạo của Tiristor

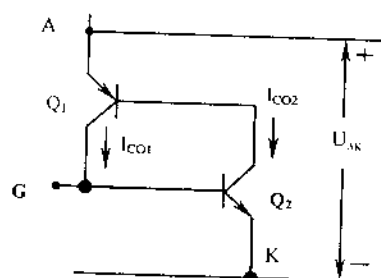
Để chế tạo tiristo loại p, đầu tiên người ta dùng phương pháp hợp kim để chế tạo tiristo loại pnp tiếp mặt. Sau đó dùng phương pháp khuếch tán để phủ lên trên cực gáp của tiristo một lớp bán dẫn loại n để tạo thành cực phát thứ 2 là ca tốt. Còn cực phát ban đầu sẽ là a nốt, cực gốc ban đầu là cực điều khiển. Đối với tiristo loại n thì đầu tiên chế tạo loại tiristo tiếp mặt npn, rồi phủ lên trên cực gáp một lớp bán dẫn loại p làm thành a nốt. Cực phát ban đầu là catốt, cực gốc ban đầu là cực điều khiển.



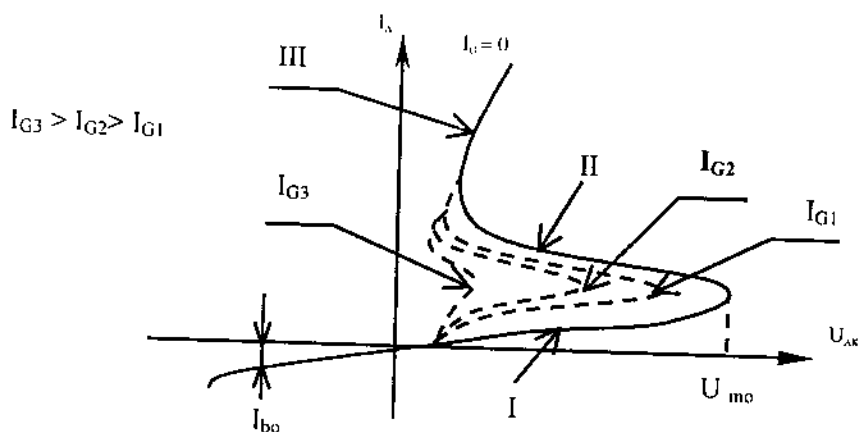
Hình 1.21. a: Sơ đồ đấu dây cho tiristo



Hình 1.21. b



Hình 1.21. b'



Hình 1.22: Các đường đặc tính của tiristor

Lớp tiếp giáp góp còn lại là tiếp giáp điều khiển J'_G , lớp tiếp giáp phát cạnh ca tốt còn gọi là tiếp giáp ca tốt J'_K , lớp tiếp giáp phát cạnh anốt còn gọi là tiếp giáp anốt J'_A .

Tiristo có điều khiển gồm hai loại: tiristo chỉ điều khiển được khi mở và tiristo điều khiển được cả khi tắt và khi mở.

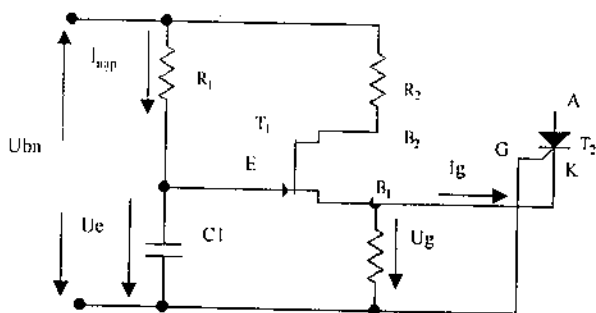
Sơ đồ mắc dây nguyên lý của tiristor vẽ trên hình 1.21a. Giữa anốt và ca tốt có nguồn anốt U_{an} và điện trở tải R_L . Ở giữa cực điều khiển và catốt có điện áp điều khiển U_G , dòng điện qua tải là I_a , dòng điện qua cực G là I_G và dòng điện catốt là I_K .

Vì có thêm cực phát thứ hai nên tiristo tương đương với hai tranzito nối phức hợp (hình 1.21b, b').

Hình 1.22 vẽ 4 đường đặc tính: đường liên nét ứng với $I_G = 0$, còn các đường nét đứt ứng với các I_G khác nhau. I_G càng lớn thì điểm mở, đèn càng dịch chuyển về điểm không.

Tiristo được ứng dụng nhiều trong kỹ thuật bán dẫn mạnh để thành lập các sơ đồ nắn điện công suất lớn, các sơ đồ tự động khống chế trong chuyển động điện. Trên cơ sở bán dẫn silic, người ta sản xuất được các tiristo có công suất lớn, chẳng hạn tiristo mã hiệu BTĐY - 150 của Liên Xô có dòng điện làm việc 150A, chỉ to bằng bao diêm nhỏ hoặc loại TSW - 90 của Pháp chỉ to bằng đồng năm xu làm việc với dòng điện 90A.

Để khống chế thời điểm mở, có thể dùng tranzitor một tiếng giáp. Hình 1.23 là một sơ đồ thực hiện chức năng này. T_1 là tranzito một tiếp giáp có cực phát E_1 ,



Hình 1.23: Mạch khống chế mở tiristor

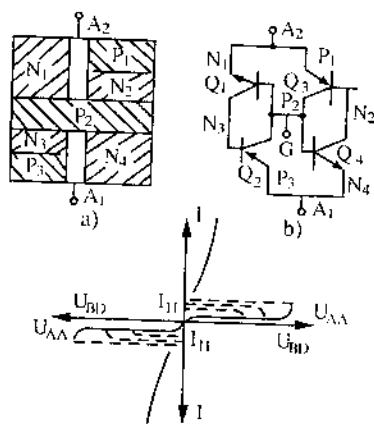
hai cực gốc B_1 và B_2 , còn T_2 là tiristo với anốt A, catốt K cực điều khiển G. Nguyên lý hoạt động của mạch mở đèn như sau: Lúc đầu tụ C được nạp từ nguồn U_{BN} qua điện trở R_1 . Điện áp trên tụ chính là điện áp U_E đặt vào T_1 . Khi $U_E < M$

thì T_1 chưa thông. Khi U_E nạp tới trị số $M_{E_{max}}$ thì T_1 thông làm tụ C bắt đầu phóng điện theo mạch vòng C-E-B₁-R₃. Dòng điện phóng I gây ra sụt áp $U_G = I_p R_3$. Điện áp này tạo thành dòng I_G đi vào T_2 tạo ra xung dòng điện để mở đèn.

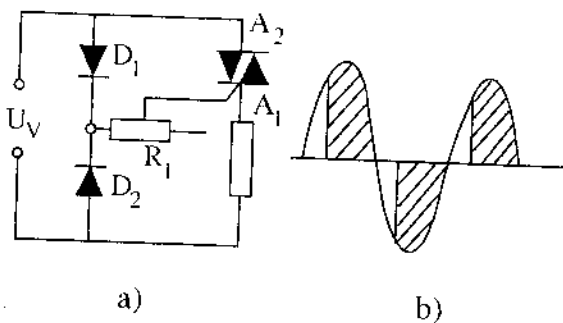
Khi tụ C phóng đến trị số $U_E = M_{min}$ thì đèn T_1 bị khoá. Tụ C lại bắt đầu quá trình nạp điện. Biên độ xung đưa vào tiristo T_2 được khống chế bởi U_{BN} , R_B , còn chu kỳ xung được khống chế bởi hằng số thời gian $R_1 C$.

2. Triac

Cấu trúc, sơ đồ tương đương và đặc tuyến vôn-ampe của TRIAC được trình bày trên hình 1.24. Từ sơ đồ tương đương có thể thấy rằng TRIAC tương đương với hai tiristo mắc song song chung cực G. Vì tương đương với hai tiristo mắc song song ngược chiều cho nên hai cực của nó không thể gọi là anốt và catốt mà gọi là A_1 và A_2 . Khi điện thế cực G dương so với A_1 và cực A_2 cũng dương so với A_1 các tranzito tương đương Q_3 và Q_4 mở. Trong trường hợp này A_2 đóng vai trò anốt còn A_1 đóng vai trò ca tốt. Khi cực G và A_1 có điện thế dương so với A_2 tranzito tương đương Q_1 và Q_2 mở, khi ấy A_1 đóng vai trò anốt còn A_2 đóng vai trò catốt. Từ đó thấy rằng TRIAC dẫn điện theo cả hai chiều.



Hình 1.24: Cấu trúc, sơ đồ tương đương và đặc tuyến vol-ampe của triac



Hình 1.25: Sơ đồ khống chế dùng triac

Sơ đồ khống chế dùng TRIAC được trình bày trên hình 1.25. Chú ý rằng ký hiệu mạch của TRIAC là tổ hợp của hai ký hiệu tiristo. Trong khoảng nửa chu kỳ dương của điện áp đặt vào diode D_1 được phân cực thuận, diode D_2 phân cực ngược và cực G dương so với cực A_2 , điều chỉnh R_1 sẽ khống chế được điểm bắt đầu mở của TRIAC.

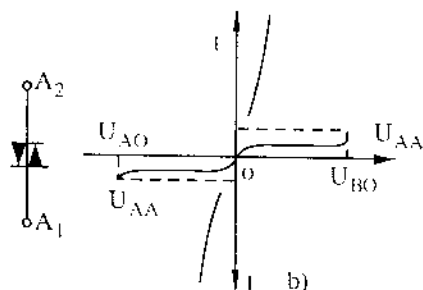
Nguyên lý làm việc của TRIAC giống như của hai tiristo mắc song song ngược chiều, quá trình vật lý xảy ra trong từng nhánh của TRIAC hoàn toàn tương tự như trong tiristo cho nên không cần lặp lại ở đây.

3. Diac

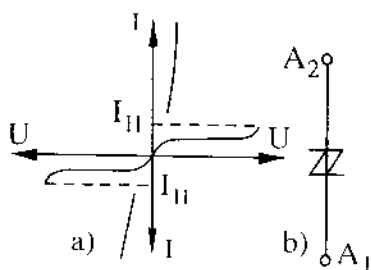
Về mặt cấu tạo DIAC hoàn toàn giống như TRIAC nhưng không có cực khống chế G. DIAC được kích mở bằng cách nâng cao điện áp đặt vào hai cực. Ký hiệu mạch và đặc tuyến von-ampe của DIAC được trình bày trên hình 1.26. Khi điện áp đặt vào các điện cực lớn hơn U_{AO} hay U_{BO} , diac sẽ dẫn dòng lớn.

4. Điốt bốn lớp

Điốt bốn lớp còn được gọi là điốt Soc-lay (Shockley), về mặt cấu tạo tương đương tiristo nhưng không có cực khống chế G. Điốt được kích mở bằng cách nâng cao điện áp trên hai cực của điốt (vượt quá điện áp mở thuận).



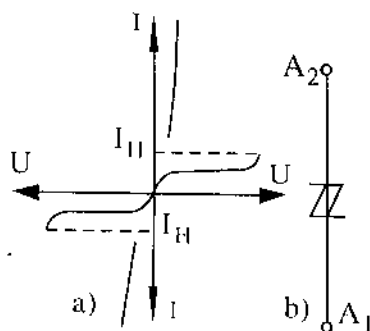
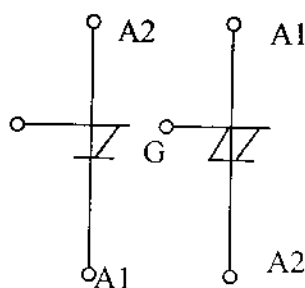
Hình 1.26. Ký hiệu và đặc tuyến von-ampe của Diac



Hình 1.27: Ký hiệu và đặc tuyến von-ampe của điốt bốn lớp

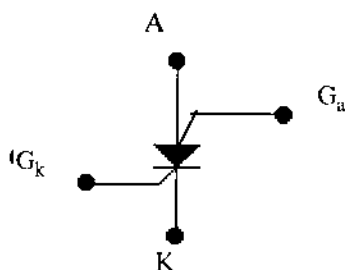
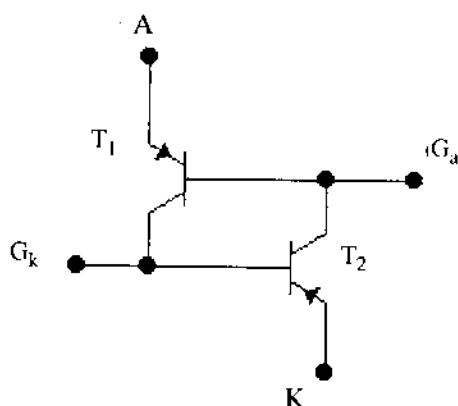
Ký hiệu mạch và đặc tuyến von-ampe của điốt bốn lớp được trình bày trên hình 1.27. Điện áp mở thuận của điốt bốn lớp tương ứng với điện áp đánh thủng thuận của tiristo. Dòng cực tiểu chảy qua điốt khiến cho điốt mở gọi là dòng mở (I_S). Dòng ghi I_H và điện áp dẫn thuận U_F của điốt bốn lớp cũng tương tự như trong tiristo. Điốt bốn lớp đôi khi còn gọi là dinisto (chỉ dụng cụ chỉnh lưu có khống chế 2 cực). Một trong những ứng dụng phổ biến nhất của điốt bốn lớp là dùng nó để tạo ra dao động răng cưa.

Nếu điốt bốn lớp này được ghép song song và ngược chiều sau đó đặt chúng vào một vỏ bọc sẽ được điốt bốn lớp hai chiều. Nguyên lý làm việc của điốt bốn lớp hai chiều cũng tương tự như điốt bốn lớp một chiều vừa kể trên, nhưng do ghép hai điốt ngược chiều nhau cho nên nó dẫn điện cả hai chiều. Ký hiệu mạch và đặc tuyến von-ampe của điốt bốn lớp 2 chiều trình bày trên hình 1.28



Hình 1.28: Ký hiệu và đặc tuyến von-ampe của diot 4 lớp hai chiều

Hình 1.29: Công tắc silic hai chiều

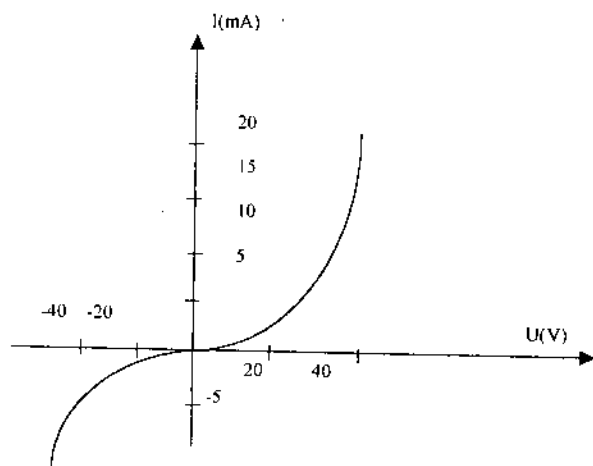


Hình 1.30: Ký hiệu mạch và sơ đồ tương đương của công tắc silic

Công tắc silic một chiều và hai chiều có ký hiệu mạch như hình 1.29, thực chất chỉ là diot bốn lớp một chiều và hai chiều có thêm cực cửa G. Ngoài ra cấu trúc bốn lớp tương tự như cấu trúc tiristo nhưng có hai cực cửa G và làm việc ở chế độ đóng mở cũng được gọi là công tắc silic. Vì là cấu trúc bốn lớp cho nên sơ đồ tương đương của công tắc silic cũng giống hệt như tiristo. Ký hiệu mạch và sơ đồ tương đương của công tắc silic được trình bày trên hình 1.30. Từ sơ đồ tương đương thấy rằng đưa một xung âm vào giữa cực G_A và anốt làm cho Q_1 mở khiến Q_2 cũng mở và do đó làm cho công tắc đóng mạch. Tương tự nếu đặt vào cực G_K và cửa catốt xung dương sẽ làm cho Q_2 mở và dẫn tới Q_1 mở tức là công tắc đóng mạch. Muốn cho công tắc ngắt mạch tức làm cho Q_1 và Q_2 đóng chỉ cần cho các xung ngược cực tính với các xung vừa trình bày trên vào cực G anốt hoặc cực G catốt như hình 1.30.

5. Varisto

Varisto là điện trở bán dẫn phi tuyến, giá trị điện trở của nó phụ thuộc vào dòng điện chạy qua. Vật liệu làm ra varisto là các búa silic, hợp kim của các nguyên tố nhóm III và V trong bảng hệ thống tuần hoàn Mendelêep. Sự thay đổi điện trở khi dòng điện chạy qua nó có liên quan đến cấu trúc hạt vật chất, liên quan đến các quá trình vật lý khác nhau trong varisto (sự biến đổi điện trở của khe tiếp xúc giữa các hạt, sự thay đổi của độ dẫn điện của lớp oxyt trên bề mặt...)



Hình 1.31: Đặc tuyến Vôn – Ampe

Đặc tuyến vôn - ampe của varisto được biểu thị ở hình 1.31. Ta có quan hệ.

$$I = BU$$

Ở đây B là hệ số phụ thuộc vào vật liệu và cấu trúc của varisto.

$$\beta = \frac{U}{I} \cdot \frac{dI}{dU} = \frac{R_0}{R_d}$$

là hệ số phi tuyến của đặc tuyến von-ampe, một tham số quan trọng nhất của varisto trong đó R_0 là điện trở một chiều và R_d là điện trở vi phân của varisto. Giá trị của β tuân theo định luật.

$$\beta = 1 + \frac{b}{2} \sqrt{U}$$

Trong đó b là hằng số phi tuyến. Ngoài ra varisto còn có các tham số đặc trưng cho sự làm việc của varisto là điện áp giới hạn, dòng điện giới hạn và công suất tiêu hao cho phép của varisto.

Varisto được dùng trong các mạch bảo vệ quá áp, các hệ thống ổn định và điều chỉnh về điện.

VIII. MẠCH TỔ HỢP (IC-INTEGRATED CIRCUITS - MẠCH TỔ HỢP VI ĐIỆN TỬ)

1. Khái niệm chung

Mạch vi điện tử hiện nay được dùng rất rộng rãi trong các mạch điện tử. Phần lớn các mạch điện tử sử dụng trong các ngành kỹ thuật từ dân dụng đến chuyên dụng... đều có dùng mạch vi điện tử. Trước hết cần lưu ý rằng danh từ mạch tổ hợp hay mạch vi điện tử hay mạch kết, mạch rắn đều chỉ chung một loại mạch được dùng phổ cập trong các máy. Khái niệm vi điện tử chỉ ra rằng kích thước các linh kiện trong mạch là rất nhỏ, đó là chỉ về lượng. Còn khái niệm mạch tổ hợp là nói đến nguyên tắc lắp ráp linh kiện theo kiểu mới, kiểu tổ hợp, đó là chỉ về chất.

Mạch tổ hợp (IC) là mạch vi điện tử trong đó các phần tử của mạch được chế tạo trên một hoặc một số phiến đơn tinh thể với kích thước rất nhỏ, bằng cùng một quá trình công nghệ, các phần tử của mạch không thể tách rời nhau và nó hoàn thành những chức năng xử lý tín hiệu nhất định.

Cho nên còn có thể nói: mạch tổ hợp là một thiết bị điện tử có mật độ lắp ráp cao, các phần tử mạch điện, trong đó tất cả hay một phần các phần tử được thực hiện một cách không phân cách và được nối với nhau đến mức có thể coi thiết bị đó như một tổng thể thống nhất.

2. Phân loại

Trong kỹ thuật vi điện tử thì các mạch tổ hợp được sử dụng như là các cấu kiện để tạo nên các hệ thống điện tử. Cho nên tuy mỗi mạch vi điện tử hoàn thành chức năng nhất định nhưng không thể làm gì khác nó được như tách biệt các phần tử trong nó...

Người ta có nhiều cách để phân loại mạch tổ hợp. Dưới đây là một số cách phân loại phổ biến nhất:

2.1. Dựa vào quá trình công nghệ (phương pháp chế tạo) để sản xuất ra IC

Theo quan điểm này, mạch tổ hợp có 3 loại chính:

- * Mạch tổ hợp màng mỏng là loại mạch có đế (trên đó tạo mạch điện) làm bằng vật liệu cách điện như sứ, thủy tinh. Các linh kiện điện tử được chế tạo bằng màng mỏng kim loại điện môi và bán dẫn. Các linh kiện này được gắn lên đế nhờ phương pháp tương tự như phương pháp in hoa vào vải (đối với màng dày trên 1 μ m) hoặc bằng phương pháp cho kim loại bay hơi trong chân không (đối với các màng mỏng nhỏ hơn 1 μ m).

* Các mạch tổ hợp khối bán dẫn. Lớp đế cũng làm bằng chất bán dẫn silic và các linh kiện thụ động lẫn tích cực đều được chế tạo ngay bằng bản thân chất bán dẫn tạo nên đế đó. Toàn sơ đồ mạch điện được tạo bởi một bloc bán dẫn. Các dây dẫn nối các linh kiện được tạo nên bằng cách phun kim loại trong chân không. Còn các linh kiện tích cực và thụ động chế tạo bằng các quá trình ôxi hoá, khuếch tán, quang khắc và epitaxi.

* Các mạch tổ hợp lại: Mạch tổ hợp lại là mạch màng mỏng, trong đó chỉ dạng riêng lẻ vào sau. Vì các linh kiện tích cực ở đây là riêng lẻ nên có thể nhanh chóng thay đổi quá trình chế tạo cho phù hợp với yêu cầu của thiết kế mới. Ngoài ra, các linh kiện thụ động chế tạo theo phương pháp này có những giá trị mở rộng hơn nhiều so với giá trị của các linh kiện thụ động chế tạo theo phương pháp mạch khối bán dẫn. Lẽ dĩ nhiên mật độ linh kiện ở mạch lại ít hơn nhiều so với mật độ linh kiện ở mạch khối bán dẫn. Mạch khối bán dẫn dùng nhiều ở các thiết bị đòi hỏi các linh kiện giống nhau, còn mạch lại dùng ở các vị trí linh kiện có thể đa dạng không chuẩn.

2.2. Đứng trên quan điểm thiết kế

Dựa vào mức độ tổ hợp các phần tử (sự bố trí các phần tử trên một diện tích khối đơn tinh thể) có các loại sau:

- SSI: Mạch tổ hợp cỡ nhỏ: số phần tử của nó ít hơn 30 phần tử.
- MSI: Mạch tổ hợp cỡ trung bình: số phần tử trong khoảng từ 30-100.
- LSI: Mạch tổ hợp cỡ lớn: số phần tử trong khoảng từ 100-150.
- VLST: Mạch tổ hợp cực lớn: có số phần tử trên 500, nếu là mạch tổ hợp logic thì số cổng trong nó lớn hơn 100.

2.3. Theo quan điểm kết cấu IC thì mạch tổ hợp có các họ sau:

- + RTL: có cấu trúc bằng điện trở tranzito logic (Register Tranzito logic).
- + DTL: có cấu trúc bằng điốt, tranzito logic.
- + TTL: có cấu trúc tranzito - tranzito logic.
- + MOS: có cấu trúc bán dẫn, kim loại, ôxít.

Ngày nay họ MOS lại bao gồm rất nhiều các nhánh như: MOST, CMOS, DMOS, PMOS, NMOS.

2.4. Phân loại theo chức năng làm việc:

Về cách phân loại này có thể chia làm 2 loại lớn:

* Mạch tổ hợp số (DIC): Mạch tổ hợp số hay mạch tổ hợp logic là loại mạch làm việc với tín hiệu gián đoạn và khi làm việc nó ở 2 trạng thái khác nhau. Hai

trạng thái đó tương ứng với trạng thái “0” và trạng thái “1” trong hệ cơ số 2. Loại mạch này được dùng nhiều trong kỹ thuật tính toán và kỹ thuật điều khiển tự động theo chương trình. Vì loại mạch điện này làm việc ở hai trạng thái khác nhau nên tín hiệu hay linh kiện có thể sai số mà cũng không ảnh hưởng lắm tới điều kiện làm việc của mạch điện.

* Mạch tổ hợp tuyến tính (AIC), còn gọi là mạch tổ hợp đường thẳng, hay tương tự. Mạch này làm việc với những tín hiệu liên tục, tín hiệu ra về cơ bản giống tín hiệu vào. Loại này ứng dụng trong các mạch khuếch đại thị tần khuếch đại vi phân, khuếch đại dải rộng, tạo xung, tách sóng...

Chức năng làm việc của nó là liên tục nên sai số của linh kiện ảnh hưởng lớn tới chế độ làm việc của mạch. Vì thế loại mạch này đòi hỏi chất lượng chế tạo cao hơn.

Câu hỏi và bài tập

1. Trình bày các tham số cơ bản của R,C,L và thạch anh.
2. Đọc trị số của các điện trở nằm sau.
 - Đỏ, đỏ, vàng, nhũ bạc.
 - Vàng, tím, nâu, nhũ bạc.
 - Xanh da trời, xanh lá, đen, nhũ vàng.
3. Nêu những chú ý khi sử dụng R,C,L và thạch anh.
4. Nêu đặc tính dẫn điện của bán dẫn tạp
5. Trình bày về tiếp giáp P – N và ứng dụng của nó.
6. Nêu các tham số cơ bản của diốt bán dẫn.
7. Trình bày cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Transistor, các tham số của nó.
8. Nêu nguyên tắc hoạt động của Tiristor, Diac, Triac, Varistor.
9. Mạch tổ hợp là gì? Phân loại mạch tổ hợp.

Chương 2

KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN TỬ

I. KHÁI NIỆM MẠCH KHUẾCH ĐẠI

1. Định nghĩa

Trong kỹ thuật điện tử, khuếch đại tín hiệu là vấn đề luôn đặt ra và rất có ý nghĩa.

Mạch khuếch đại tín hiệu là một mạch điện tử có khả năng biến đổi một tín hiệu có biên độ nhỏ ở đầu vào thành tín hiệu có biên độ lớn ở đầu ra mà dạng tín hiệu (bản chất tín hiệu) không thay đổi.

Thực chất khuếch đại là một quá trình biến đổi năng lượng có điều khiển, ở đó năng lượng của nguồn cung cấp một chiều được biến đổi thành năng lượng của tín hiệu theo quy luật của tín hiệu điều khiển.

2. Phân loại mạch khuếch đại

Người ta chia các mạch khuếch đại ra nhiều loại theo nhiều tiêu chuẩn khác nhau:

* Theo dạng tín hiệu cần khuếch đại gồm:

- Mạch khuếch đại tín hiệu liên tục.

- Mạch khuếch đại tín hiệu xung.

+ *Mạch khuếch đại tín hiệu liên tục dùng để khuếch đại các tín hiệu biến đổi liên tục theo thời gian. Thường được sử dụng trong bộ khuếch đại micro, khuếch đại âm thanh.*

+ *Mạch khuếch đại tín hiệu xung dùng để khuếch đại các tín hiệu rời rạc theo thời gian. Thường được sử dụng trong các thiết bị radar, máy thu hình, các thiết bị tính toán, điều khiển...*

* Theo dải tần số của tín hiệu cần khuếch đại:

Phân làm 4 loại:

- Mạch khuếch đại tín hiệu một chiều ($f = 0$ và tần số rất thấp).
- Mạch khuếch đại tín hiệu xoay chiều tần số thấp ($f = 16\text{Hz}$ đến 20 KHz).
- Mạch khuếch đại tín hiệu xoay chiều tần số cao ($f > 20\text{ KHz}$).
- Mạch khuếch đại tín hiệu một chiều và xoay chiều.

*Theo đặc tuyến tần số:

Phân làm 3 loại:

- Mạch khuếch đại cộng hưởng.
- Mạch khuếch đại dải hẹp.
- Mạch khuếch đại dải rộng.

+ *Mạch khuếch đại cộng hưởng* là mạch có hệ số khuếch đại đạt giá trị lớn nhất tại tần số cộng hưởng.

+ *Mạch khuếch đại dải tần hẹp* là mạch có hệ số khuếch đại không thay đổi trong một dải tần số hẹp và suy giảm rõ rệt ở ngoài dải tần số đó.

+ *Mạch khuếch đại dải rộng*: Mạch có dải tần làm việc cỡ vài chục MHz.

* Theo các phần tử khuếch đại gồm:

- Mạch khuếch đại dùng đèn điện tử.
- Mạch khuếch đại dùng Tranzito.
- Mạch khuếch đại dùng IC.
- Mạch khuếch đại dùng điốt TUNEN.

Trong thực tế còn nhiều cách phân loại khác như theo đại lượng cần khuếch đại (khuếch đại dòng điện, khuếch đại điện áp, khuếch đại công suất), theo cách mắc phần tử khuếch đại, theo các mạch ghép tầng... mà chúng ta sẽ tìm hiểu kỹ ở phần sau.

3. Các chỉ tiêu chính của mạch khuếch đại

Các tính chất của mạch khuếch đại được đặc trưng bằng các chỉ tiêu, trong đó các chỉ tiêu quan trọng là: chỉ tiêu đầu ra, chỉ tiêu đầu vào, hệ số khuếch đại, hiệu suất, các đặc tuyến tần số, pha, biên độ, dải động, mức nhiễu riêng và các độ méo tuyến tính, phi tuyến. Ta sẽ lần lượt xét các chỉ tiêu cơ bản này.

* *Chỉ tiêu đầu ra của mạch khuếch đại*:

- Điện áp ra định mức (U_{Ra}).
- Công suất ra trên một tải quy định (P_{ra}).

- Trở kháng ra của mạch khuếch đại (Z_{Ra}).

Z_{Ra} xác định sự ảnh hưởng tương hỗ giữa mạch khuếch đại và tải sau nó. Khi làm việc trong dải tần công tác tải của mạch khuếch đại có thể được xem như một điện trở thuần R_l .

Nếu tải như một điện trở thuần R_l thì điện áp ra (U_{Ra}), dòng điện ra (I_{Ra}), công suất ra (P_{Ra}) quan hệ với nhau theo các biểu thức sau:

$$U_{Ra} = I_{Ra} \cdot R_l$$

$$P_{Ra} = U_{Ra} \cdot I_{Ra}$$

Trường hợp tải mang tính dung, hoặc cảm thì U_{Ra} và P_{Ra} trong biểu thức tính toán còn phụ thuộc vào sự di pha của I_{Ra} và U_{Ra} theo tần số của tín hiệu cần khuếch đại.

** Chỉ tiêu đầu vào của mạch khuếch đại*

- Điện áp vào định mức (U_v)

- Dòng điện vào (I_v)

- Công suất vào (P_v)

- Trở kháng vào (Z_v)

Trong đó U_v và I_v có giá trị sao cho đầu ra của mạch khuếch đại đạt được công suất ra định mức trên tải.

Ngoài ra người ta còn quan tâm tới trở kháng vào Z_v của mạch khuếch đại, nó xác định sự ảnh hưởng của mạch đối với nguồn tín hiệu cần khuếch đại, trở kháng vào càng lớn thì sự ảnh hưởng càng ít, ngược lại khi trở kháng vào Z_v nhỏ thì sẽ làm suy giảm nhiều tới nguồn tín hiệu.

Thông thường, trong dải tần số làm việc trở kháng vào có thể xem như điện trở thuần R_v , khi đó điện áp vào, dòng điện vào, công suất vào quan hệ với nhau theo:

$$U_v = I_v \cdot R_v$$

$$P_v = I_v \cdot U_v$$

Trong một số trường hợp, người ta còn quan tâm tới sức điện động của nguồn tín hiệu E_{ng} và điện trở trong của nó r_{ng} .

** Hệ số khuếch đại điện áp của mạch khuếch đại:*

Là tỷ số giữa giá trị xác lập của điện áp ra của tín hiệu U_{ra} và điện áp vào của tín hiệu U_v :

$$K = U_{ra}/U_v$$

Hệ số khuếch đại tính theo công thức trên là một số tương đối. Trong thực tế, người ta còn biểu thị hệ số khuếch đại theo một đơn vị thông dụng là dexiben (db). (Cơ quan thính giác của người, có sự nhạy cảm với âm thanh theo quy luật logarit)

$$K_{db} = 20 \lg \frac{u_{ra}}{U_v} = 20 \lg K$$

Ví dụ: Nếu điện áp ra của mạch khuếch đại là 80V, điện áp vào là 0,05 V thì hệ số khuếch đại của mạch theo đơn vị tương đối sẽ là :

$$K = 80/0,05 = 1600$$

Còn hệ số khuếch đại theo đơn vị dexiben là:

$$K_{db} = 20 \lg 1600 = 20 \times 3,2 = 64 \text{ db.}$$

Đối với mạch khuếch đại xét một cách chính xác hơn còn có thành phần điện dung và điện cảm tham gia vào mạch, nên pha của điện áp ra không trùng với pha của điện áp vào, lúc đó hệ số khuếch đại là một số phức: $K = a + jb$.

Trong đó: a là số thực;

j là đơn vị ảo $\{j^2 = -1\}$;

jb là số ảo;

Modun $= K = \sqrt{a^2 + b^2}$ là trị số khuếch đại;

Argument $\varphi = \arctg b/a$ xác định góc dịch pha giữa điện áp ra và điện áp vào của mạch khuếch đại.

* *Hệ số khuếch đại dòng điện:*

Hệ số khuếch đại dòng điện K_i là tỷ số giữa dòng điện ra I_{ra} và dòng điện vào I_v của mạch khuếch đại:

$$K_i = I_{ra}/I_v$$

* *Hệ số khuếch đại công suất:*

Hệ số khuếch đại công suất là tỷ số giữa công suất đầu ra P_{ra} và công suất đầu vào P_v của mạch khuếch đại.

$$K_p = P_{ra}/P_v$$

Các đại lượng này đều có thể biểu thị bằng đơn vị logarit (dexiben).

Nói chung Modun $\{K\}$ và argument φ đều phụ thuộc vào tần số của đường tín hiệu vào, đường biểu diễn sự phụ thuộc của modun $\{K\}$ vào tần số gọi là đặc tính biên độ – tần số, còn đường biểu diễn sự phụ thuộc của modun $\{K\}$ vào tần số là đặc tính biên độ – tần số, còn đường biểu diễn sự phụ thuộc của φ vào tần

số gọi là đặc tính pha – tần số.

** Hiệu suất của mạch khuếch đại:*

Là tỉ số giữa công suất tín hiệu P_{ra} do mạch khuếch đại cung cấp ở tải và tổng công suất nguồn nuôi P_o mà mạch khuếch đại đã tiêu thụ:

$$\eta = P_{ra}/P_o (\%)$$

Hiệu suất biểu hiện về mặt kinh tế – kỹ thuật của mạch khuếch đại nên đó là một trong những chỉ tiêu quan trọng, đặc biệt là đối với mạch khuếch đại công suất.

** Đặc tính biên độ của mạch khuếch đại.*

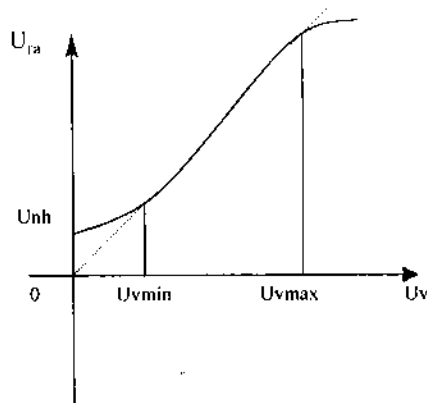
Đặc tính này là sự phụ thuộc của biên độ điện áp đầu ra vào biên độ điện áp đầu vào và ở dạng đồ thị thường có dạng trong hình 2.1.

Trong vùng làm việc từ U_{min} đến U_{max} đặc tuyến này là một đường thẳng.

Khi điện áp vào vượt quá giá trị tính toán trước (U_{max}) thì đặc tuyến bị uốn cong xuống do hiện tượng bão hoà của các phần tử khuếch đại.

Khi điện áp vào quá nhỏ, đặc tuyến biên độ sẽ lệch khỏi đường thẳng do phi tuyến của các phần tử.

Vì thế khi điện áp vào bằng $0 < U_{min}$ thì điện áp ra của mạch khuếch đại lại khác không mà bằng điện áp nhiễu riêng (U_{nh}) của mạch khuếch đại (hình 2.1)



Hình 2.1: Đặc tuyến biên độ của mạch khuếch đại

** Dải rộng của bộ khuếch đại.*

Từ đặc tuyến biên độ của bộ khuếch đại ở trên ta thấy điện áp ra phụ thuộc điện áp vào theo quan hệ đường thẳng trong khoảng từ U_{vmin} đến U_{vmax} , tỷ số giữa giá trị lớn nhất U_{vmax} và giá trị nhỏ nhất U_{vmin} gọi là dải động của bộ khuếch đại.

$$D_K = U_{vmin} / U_{vmin}$$

Điện áp tín hiệu ở đầu vào mạch khuếch đại thường biến đổi từ giá trị nhỏ nhất $U_{i/hmin}$ đến giá trị lớn nhất $U_{i/hmax}$. Tỷ số giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của điện áp của tín hiệu ở đầu vào của bộ khuếch đại gọi là Dải động của tín hiệu D_{th} .

$$D_{th} = U_{i/hmax} / U_{i/hmin}$$

Muốn khuếch đại tín hiệu nhỏ nhất cũng như tín hiệu lớn nhất mà không có sai lệch quá mức thì dải động của mạch khuếch đại phải bằng hoặc lớn hơn dải động của tín hiệu. Trong trường hợp điều kiện trên đây không thoả mãn thì phải thu hẹp dải biến thiên của tín hiệu lại.

* Các loại méo trong mạch khuếch đại.

Trong mạch khuếch đại ta gặp hai loại méo tín hiệu.

+ *Méo phi tuyến*: Là loại méo làm cho hình dạng tín hiệu ra sai lệch so với dạng tín hiệu vào. Nguyên nhân chủ yếu gây méo là do tính chất phi tuyến của các phần tử tích cực như tranzito, IC gây ra.

- Trong méo phi tuyến nếu tín hiệu vào là hình sin thì tín hiệu ra không giữ được dạng hình sin nữa do ngoài thành phần tần số cơ bản ω có biên độ U_1 còn có thêm các thành phần tần số $n\omega$ với các biên độ tương ứng là U_{nm} .

Hệ số méo phi tuyến do tầng khuếch đại gây ra được biểu thị bằng công thức:

$$M = \frac{\sqrt{U_{2m}^2 + U_{3m}^2 + U_{nm}^2}}{U_{1m}}$$

M – Cho biết tỉ lệ các sóng hài (tần số $n\omega$) chiếm bao nhiêu % so với sóng cơ bản.

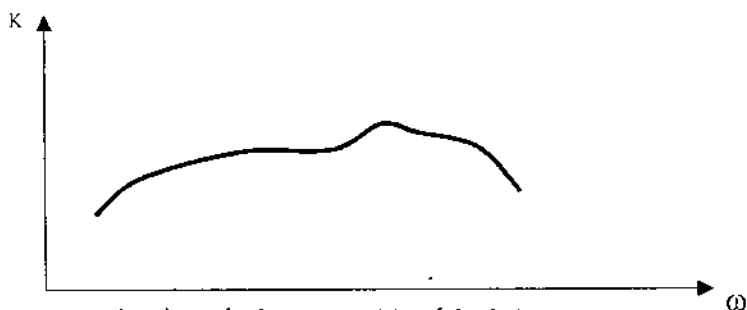
Trong các máy chất lượng cao M cho phép 1 – 2%

Trong các máy chất lượng trung bình M cho phép 5 – 7 %

Còn trong các mạch khuếch đại tài có tính chất chọn lọc tần số – tài là khung cộng hưởng cần quan tâm tới méo phi tuyến.

+ *Méo tần số*: Là loại méo gây ra khi tầng khuếch đại khuếch đại không đồng đều các tín hiệu có tần số khác nhau. Để biểu thị dạng méo này người ta dùng khái niệm về đáp tuyến tần số của tầng khuếch đại. Đó là đồ thị biểu diễn sự phụ thuộc của hệ số khuếch đại theo tần số.

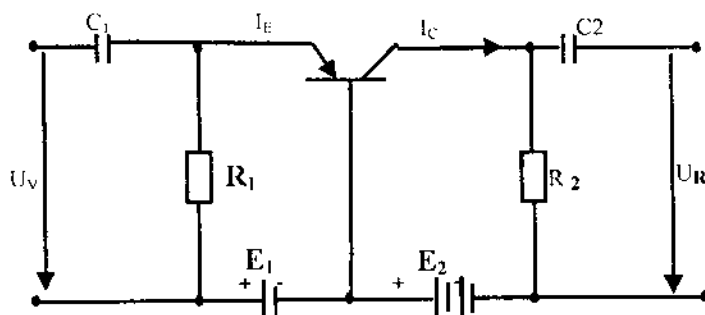
Có loại méo này là do các phần tử L, C của tải, của mạch và các phần tử ghép kí sinh gây ra



Đáp tuyến tần số của mạch khuếch đại

II. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TRANSISTOR

1. Mạch điều khiển cực gốc chung



Hình 2.2: Sơ đồ mạch điều khiển cực gốc chung (BC)

Hình 2.2 là sơ đồ mạch điều khiển cực gốc chung (còn gọi là cực ba zơ chung).

R_1 là điện trở định thiên cho tranzito, nó sụt bớt điện áp nguồn E_1 bảo đảm cho cực phát dương hơn cực gốc khoảng 0,1 – 0,2V.

R_2 là điện trở tải (gánh).

Tiếp giáp phát – gốc được phân cực thuận, còn tiếp giáp gốc – góp phân cực nghịch.

C_1 và C_2 là tụ điện nối tăng giữa tầng trước và tầng sau.

Tín hiệu vào đưa tới giữa hai cực phát – gốc. Tín hiệu lấy ra giữa hai cực gốc – góp. Cực gốc chung cho cả mạch vào và mạch ra ta gọi là mạch cực gốc chung. Tiếp giáp gốc phát được phân cực thuận, nên có dòng phát một chiều đi từ cực dương nguồn E_1 tới cực phát, rồi sang cực gốc và chia làm hai: một phần là dòng gốc rất nhỏ đi về cực âm của nguồn E_1 , còn phần chủ yếu là dòng góp sẽ vượt sang cực góp rồi về cực âm nguồn E_2 .

Dòng phát I_c là dòng định thiên cho mạch gốc chung. Dòng phát phối hợp với dòng góp I_c hoặc điện áp góp – phát U_{ce} xác định chế độ làm việc của tranzito.

Đưa một tín hiệu xoay chiều tới đầu vào của mạch. Trong nửa chu kỳ dương của tín hiệu cùng với nguồn E_1 , làm cho tiếp giáp phát – gốc phân cực thuận bằng điện áp lớn hơn, dòng phát tăng lên, làm cho dòng góp tăng, sụt áp trên R_2 tăng, điện áp góp U_c giảm, nghĩa là dương lên, nên tín hiệu ra dương lên.

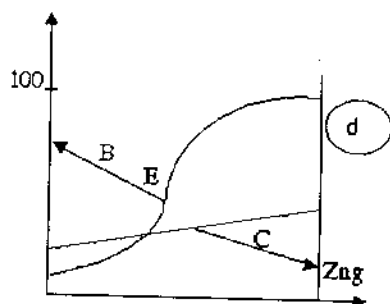
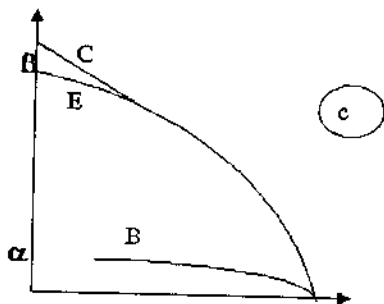
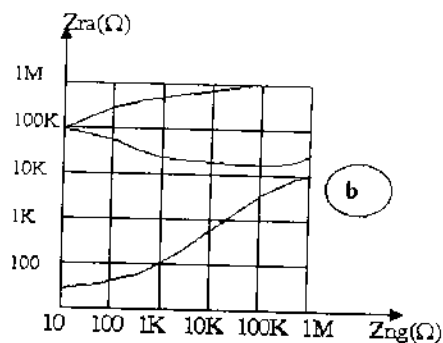
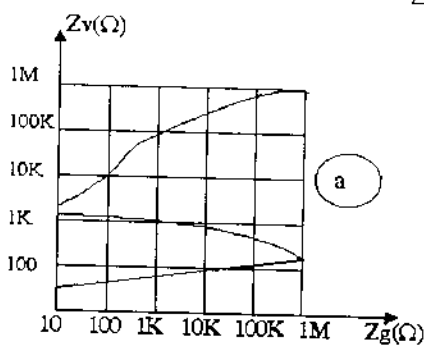
Đến nửa chu kỳ âm của tín hiệu vào, điện áp âm của tín hiệu làm giảm điện áp dương của nguồn E_1 , làm cho U_c bớt dương hơn so với cực gốc, nên U_{bc} giảm làm cho dòng cực phát I_c giảm đi, dòng cực góp I_c giảm theo. Sụt áp trên R_2 giảm, điện áp góp U_c tăng lên, nghĩa là âm hơn. Do đó tín hiệu ra âm hơn.

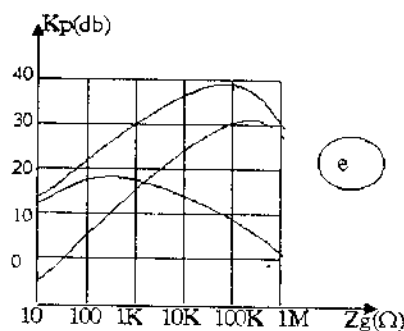
Như vậy trong mạch cực gốc, điện áp ra đồng pha với điện áp vào. Dựa vào tính toán, người ta cũng tính được trở kháng vào, trở kháng ra, hệ số khuếch đại dòng điện, hệ số khuếch đại điện áp và hệ số khuếch đại công suất của tranzito.

Trở kháng vào Z_v của mạch gốc chung có trị số khoảng $(30 \div 300)\Omega$, Z_v biến đổi theo Z_g (trở kháng gánh – hay trở kháng của mạch tải ở đầu ra của mạch khuếch đại ứng với những giá trị dòng cực góp I_c nhất định theo đồ thị hình 2.3a. Trở kháng ra Z_{ra} có giá trị khoảng từ 100K đến 1 M Ω , Z_{ra} biến đổi theo Z nguồn ứng với mỗi giá trị dòng góp nhất định theo đồ thị hình 2.3b

Hệ số khuếch đại dòng điện trong mạch cực gốc chung là tỉ số giữa độ tăng dòng góp trên độ tăng dòng phát:

$$K_i = \alpha = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_e}$$





Hình 2.3: Các đặc tính để chọn Z gánh của mạch ra

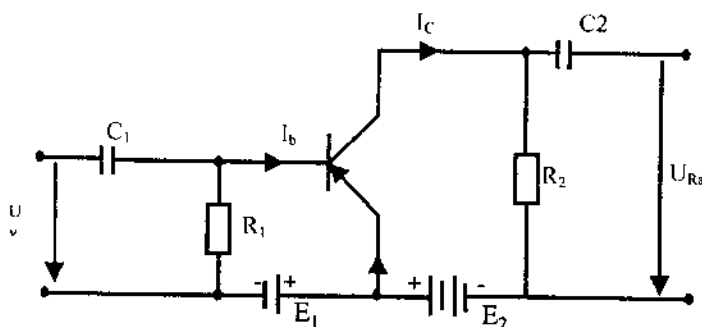
$$\text{mà } I_e = I_c + I_b$$

Cho nên, bao giờ ta cũng có $K_i < 1$. Khi Z gánh tăng thì K_i giảm xuống. Lúc đầu giảm ít, nhưng từ khoảng $10 \text{ K}\Omega$ trở lên thì giảm nhiều.

2. Mạch điều khiển cực phát chung

Mạch cực phát chung còn gọi là mạch emitter chung. Hình 2.4 là sơ đồ mạch cực phát chung, R_1 là điện trở định thiên, đảm bảo cho tiếp giáp phát – gốc được phân cực thuận với điện áp cỡ $(0,1 - 0,3) \text{ V}$

R_2 là điện trở gánh, đưa điện áp nguồn E_2 lên cực góp, bảo đảm cho tiếp giáp gốc – góp được phân cực ngược.



Hình 2.4: Sơ đồ mắc mạch cực phát chung (EC)

C_1 và C_2 là các tụ nối tầng, giữa tầng trước và tầng sau.

Tín hiệu vào được đưa tới hai cực gốc – phát. Tín hiệu ra lấy ở hai đầu điện trở R_2 . Nghĩa là giữa hai cực phát, góp.

Cực phát tham gia cả mạch vào và mạch ra, nên mạch này gọi là mạch cực phát chung.

Tiếp giáp phát – gốc được phân cực thuận, nên có dòng một chiều từ cực dương nguồn E_2 đi lên cực phát, rồi sang cực gốc và chia làm hai: Phần nhỏ là

dòng gốc I_b , đi về âm nguồn E_1 , phần chủ yếu là dòng góp I_c thì vượt qua tiếp giáp gốc – góp về cực góp, rồi cực âm nguồn E_2 .

I_b là dòng vào và I_c là dòng ra

I_c , I_b phối hợp với U_{cc} xác định chế độ công tác của transistor.

I_b là dòng định thiên cho mạch cực phát chung.

Trong nửa chu kỳ dương của tín hiệu vào, điện áp dương của tín hiệu làm cho U_b bớt âm hơn, U_{bc} giảm, I_b , I_c đều giảm. Sụt áp trên R_2 giảm đi, làm cho U_c tăng, tức là âm hơn.

Đến nửa chu kỳ âm của tín hiệu vào, điện áp âm của tín hiệu phối hợp với điện áp âm của cực gốc, làm cho U_b âm hơn. U_b tăng lên, I_b , I_c đều tăng. Sụt áp trên R_2 tăng, làm cho U_c giảm, tức là U_c dương lên.

Như vậy, sơ đồ EC điện áp ra ngược pha với điện áp vào.

Qua đây, thấy rõ thay đổi U_{bc} thì I_{bc} và I_c thay đổi và làm cho I_c cũng thay đổi theo.

Trở kháng vào Z_v của mạch cực phát chung khoảng (200 – 2000) Ω . Nếu $Z_{Gánh}$ tăng thì Z_v giảm theo đồ thị hình 2.3a.

Trở kháng ra Z_{ra} của mạch cực phát chung khoảng (20 – 100) $K\Omega$, nếu $Z_{Nguồn}$ tăng thì Z_{ra} giảm theo đồ thị hình 2.3b.

Trong mạch cực phát chung, dòng vào I_b có trị số khoảng (0,01 – 0,05) I_c , còn dòng ra là dòng góp có trị số khoảng (0,95 – 0,99) I_c . Như vậy, dòng ra lớn hơn dòng vào hàng chục đến hàng trăm lần.

Hệ số khuếch đại dòng điện bằng tỉ số giữa độ tăng dòng góp trên độ tăng dòng gốc.

$$K_i = \beta = \Delta I_c / \Delta I_b$$

β - thường có trị số khoảng (20 – 100). Có thể tính

$$\beta = \frac{I_c}{I_b} = \frac{I_c}{I_c - I_b} = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$Z_{Gánh}$ tăng thì β giảm theo đồ thị 2.3c.

Hệ số khuếch đại điện áp K_u vào khoảng vài trăm đến vài ngàn. $Z_{Gánh}$ tăng thì K_u tăng theo đồ thị hình 2.3d. Hệ số khuếch đại công suất K_p có thể tới 1000 – 10.000. $Z_{Gánh}$ tăng thì K_p tăng dần đến cực đại, rồi giảm theo đồ thị hình 2.3e. K_p đạt cực đại khi $Z_{Gánh} = Z_{Ra}$.

Tần số cắt của tranzito khi đấu theo mạch cực phát chung nhỏ hơn khi đấu theo mạch gốc chung. Tranzito có β càng lớn thì tần số cắt khi đấu theo mạch cực phát chung càng bị giảm nhiều.

Ta thấy trong mạch cực phát chung Z_v , Z_{Ra} , K_i , K_u , K_p , ... đều thay đổi theo điều kiện làm việc của tranzito.

Mạch cực phát chung là kiểu mạch được dùng phổ biến nhất, vì K_i , K_u , K_p đều lớn. Hơn nữa Z_v và Z_{ra} không quá chênh lệch nhau như mạch cực gốc chung, nên giữa các tầng khuếch đại mắc cực phát chung thường ghép tầng theo kiểu điện trở, điện dung, vừa gọn nhẹ, vừa dễ lắp ráp điều chỉnh.

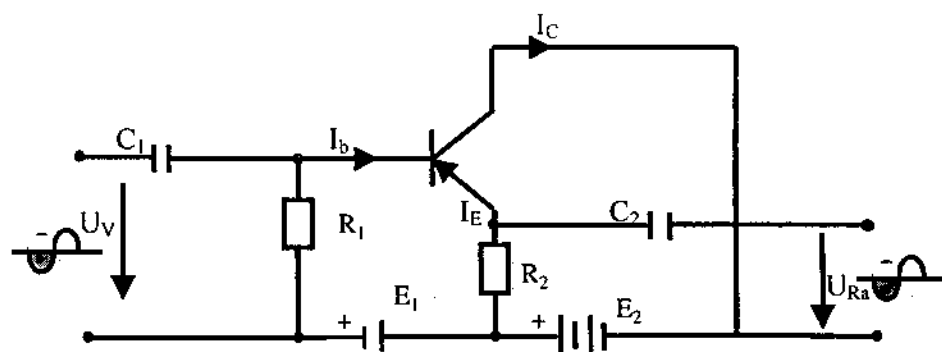
3. Mạch điều khiển cực gộp chung

Mạch cực gộp chung còn gọi là Colector chung. Hình 2.5 là sơ đồ mạch cực gộp chung.

R_1 là điện trở định thiên, R_2 là điện trở gánh, C_1 và C_2 là tụ nối tầng giữa tầng trước và tầng sau. Tiếp giáp phát gốc được phân cực thuận, tiếp giáp gốc gộp phân cực nghịch.

Do tiếp giáp phát gốc phân cực thuận, nên điện trở tiếp giáp nhỏ, có dòng phát I_e một chiều chạy từ cực dương nguồn qua tiếp giáp phát gốc, một phần nhỏ là dòng cực gốc I_b qua R_1 về cực âm nguồn E_1 , còn phần chủ yếu là dòng gộp I_c vượt tiếp giáp (gốc - gộp) về cực âm nguồn E_2 .

Tín hiệu vào đưa tới hai điểm A, B nghĩa là đưa vào giữa hai cực gốc - gộp. Tín hiệu ra lấy từ hai đầu R_2 , nghĩa là giữa hai cực phát gộp. Cực gộp vừa tham gia mạch vào, vừa tham gia mạch ra, nên gọi là mạch cực gộp chung.



Hình 2.5: Sơ đồ điều khiển cực gộp chung (cc)

Trong nửa chu kỳ âm của tín hiệu vào cực gộp có điện áp âm hơn trước, U_{be} tăng, làm cho I_e tăng, sụt áp trên R_2 tăng nên U_c càng âm hơn. Đến nửa chu kỳ

dương của tín hiệu vào thì cực gốc có điện áp ít âm hơn, nên U_{be} giảm dòng phát I_e giảm, sụt áp trên R_2 giảm, U_{be} bớt âm hơn, nghĩa là dương hơn trước khi có tín hiệu vào. Như vậy là điện áp ra đồng pha với điện áp vào.

Trở kháng vào Z_v có trị số lớn khoảng $(20 - 500)K\Omega$. Khi Z_v tăng thì Z_v tăng theo đồ thị 2.3a.

Trở kháng ra Z_{Ra} có trị số lớn khoảng $(50\Omega - 5K\Omega)$. Khi Z_{ng} tăng thì Z_{Ra} tăng theo đồ thị hình 2.3b.

Hệ số khuếch đại dòng trong sơ đồ góp chung K_i xấp xỉ β và phụ thuộc Z_g theo đồ thị hình 2.3c.

$$K_i = \frac{I_e}{I_b} = \frac{I_e - I_b}{I_b} = \beta + 1$$

Hệ số khuếch đại điện áp K_u của mạch cực góp chung bao giờ cũng nhỏ hơn 1. Điện áp vào bằng điện áp sụt trên R_2 cộng với điện áp sụt trên tiếp giáp phát – gốc, điện áp ra bằng sụt áp trên R_2 nên bao giờ cũng nhỏ hơn điện áp vào do đó $K_u < 1$.

Tần số cắt của mạch góp chung cũng nhỏ hơn mạch gốc chung.

Mạch cực góp chung thường chỉ dùng ở tầng khuếch đại âm tần đầu cho các máy quay đĩa, hoặc máy thu có quay đĩa. Nó còn dùng trong tầng đệm thay biến áp giữa hai mạch cực phát chung, vì nó có trở kháng vào lớn để phối hợp với trở kháng ra lớn của tranzito tầng trước và nó có trở kháng ra nhỏ để phối hợp với trở kháng vào nhỏ của tranzito sau.

III. CÁC MẠCH CUNG CẤP THIÊN ÁP CHO CÁC TẦNG KHUẾCH ĐẠI

Muốn cho tranzitor làm việc được trong chế độ khuếch đại, thì dù có dùng loại tranzito nào và mắc theo sơ đồ nào đều phải có cấp điện cho các điện cực sao cho tiếp giáp phát – gốc được phân cực thuận và tiếp giáp gốc góp được phân cực ngược.

Điện áp phân cực thuận cho tiếp giáp gốc phát rất nhỏ, chỉ cần từ 0,1V đến 0,3V đối với tranzito gecmani và từ 0,4V đến 0,7V đối với tranzito silic. Còn điện áp phân cực ngược cho tiếp giáp gốc góp thì từ vài vôn trở lên. Trong các sơ đồ giải thích hoạt động của tranzito trong các mạch cực phát chung, cực gốc chung và cực góp chung thường vẽ hai nguồn điện riêng cấp cho hai tiếp giáp, nhưng trong thực tế chỉ dùng một nguồn cũng đủ đảm bảo phân cực cho cả hai tiếp giáp đạt mức yêu cầu.

Tuỳ theo yêu cầu của tầng khuếch đại mà các tranzito được cấp thiên áp để làm việc ở các chế độ A, B hoặc C.

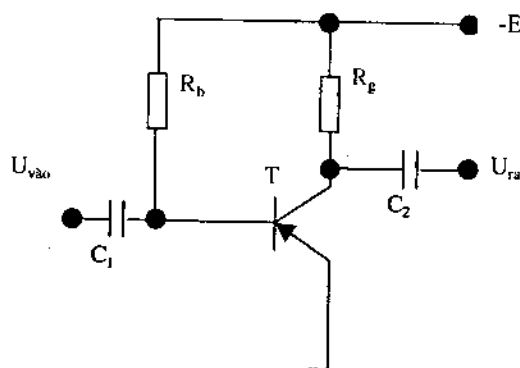
Để đơn giản ta chỉ xét các mạch cung cấp thiên áp cho tranzito mắc theo sơ đồ Emitơ chung.

Như chúng ta đã biết chế độ làm việc của tranzito được xác định bằng điểm làm việc tĩnh, trong sơ đồ emitơ chung điểm làm việc tĩnh A do các thông số I_b , I_c , U_{cc} quyết định, vì vậy thiên áp cho tranzito ở sơ đồ này là chọn các thông số trên một cách thích hợp.

Sau đây là các phương pháp để cung cấp thiên áp cho tranzito trong chế độ khuếch đại.

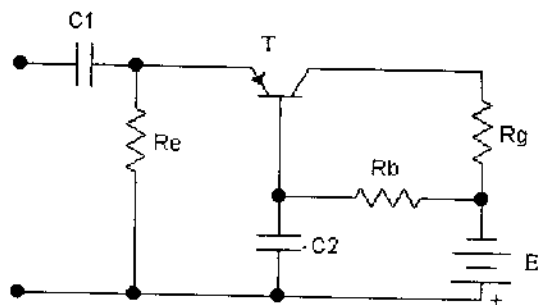
1. Thiên áp bằng dòng cố định

Đây là mạch định thiên đơn giản nhất. Xét mạch cực phát chung dùng tranzito thuận trong hình 2.6, điện trở R_b nối cực gốc với đầu âm của nguồn E nên cực gốc có điện áp âm so với cực phát, do đó tiếp giáp phát gốc được phân cực thuận và có dòng một chiều I_b đi từ cực dương nguồn E, qua tiếp giáp phát gốc, điện trở R_b rồi về cực âm nguồn E. Ta có $U_{be} = E - I_b \cdot R_b$. Suy ra $I_b = (E - U_{be}) / R_b$. Thường khi tranzito thông $U_{be} \ll E$ do đó I_b có thể tính gần đúng là $I_b \approx E / R_b$. Khi thay đổi R_b thì có thể thay đổi U_{be} , nghĩa là thay đổi dòng cực gốc I_b và qua đó thay đổi dòng cực góp I_c . Từ đặc tuyến ra của tranzito ta thấy chế độ làm việc tĩnh của tranzito xác định bởi dòng cực góp I_c và dòng cực gốc I_b hoặc bởi dòng I_c và điện áp U_c , như vậy khi thay đổi R_b là thay đổi chế độ làm việc của tranzito.



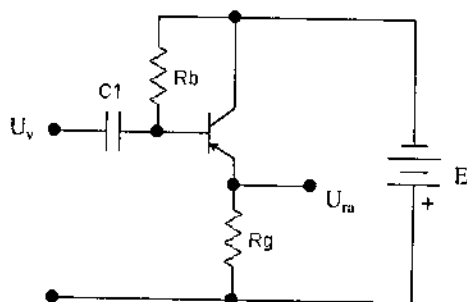
Hình 2.6: Thiên áp cố định cho mạch phát chung

Tiếp giáp gốc góp được phân cực ngược, và cực góp âm so với cực gốc từ vài vôn đến vài chục vôn (có khi từ 70 – 80V).



Hình 2.7: Thiên áp cố định cho mạch gốc chung

Đối với các mạch mắc gốc chung và mắc gộp chung thì cách thiên áp cũng tương tự (hình 2.7 và 2.8). Trong mạch cực gốc chung, cực gốc phải nối đất đối với thành phần xoay chiều, nhưng đối với thành phần một chiều, vì phải cấp thiên áp cho tranzito làm việc nên không thể nối đất được, do đó người ta nối cực gốc qua tụ C_2 xuống đất. Trở kháng của tụ C_2 này phải nhỏ đối với tần số làm việc của mạch để cực gốc có thể coi là nối đất với thành phần xoay chiều.



Hình 2.8: Thiên áp cố định cho mạch gộp chung

Trong mạch cực gộp chung hình 2.8. R_b là điện trở định thiên, R_g là điện trở gánh. Cực gốc được đấu về âm nguồn qua điện trở định thiên R_b nên có điện áp âm hơn cực phát, tiếp giáp phát – gốc được phân cực thuận. Cực gộp đấu thẳng với âm nguồn, nên điện áp âm hơn cực gốc. Do đó, tiếp giáp gốc gộp phân cực nghịch và tranzito có đủ điều kiện làm việc.

Thông thường phải điều chỉnh điện trở R_b để có được chế độ làm việc mà ta muốn. Trong các sơ đồ, người ta tuy có đề trị số R_b nhưng bên cạnh có đánh một dấu sao (*) để nói lên không nhất thiết phải đúng trị số ghi trên sơ đồ mà phải chọn trị số R_b sao cho được chế độ cần thiết, thích hợp với các tranzito đang dùng (vì các tranzito cùng một tên gọi giống nhau có thể có những đặc tính khác

nhau). Cũng do đặc điểm này mà mỗi khi thay tranzito phải kiểm tra lại chế độ của nó xem có đúng như cũ không; nếu không thì phải điều chỉnh lại R_b .

** Ưu nhược điểm:*

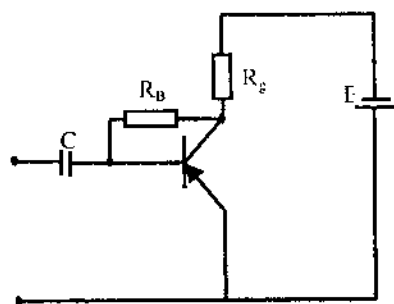
Mạch thiên áp cố định được dùng nhiều vì đơn giản, đỡ tốn năng lượng và linh kiện, nhưng có nhược điểm khi nhiệt độ thay đổi thì dòng cực góp thay đổi nhiều. Tức là tính ổn định nhiệt kém, có thể dẫn đến dòng góp tăng quá giới hạn và tranzito có thể bị hỏng.

2. Thiên áp bằng hồi tiếp điện áp

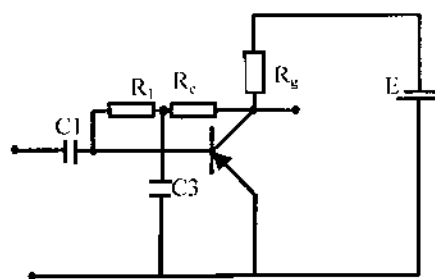
Để tăng độ ổn định chế độ làm việc người ta nối điện trở R_b thẳng vào cực góp như hình 2.9. Thiên áp ở đây bằng điện áp cực góp U_c trừ sụt áp của dòng I_b trên điện trở R_b :

$$U_b = U_c - I_b \cdot R_b$$

Vì cực phát nối mát nên U_b cũng chính là U_{be} . Khi nhiệt độ tăng, dòng góp I_c tăng, sụt áp trên R_e tăng, làm cho điện áp U_c giảm dẫn đến U_b giảm. U_{be} giảm thì I_b giảm và I_c giảm theo. Như vậy chính sự tăng của dòng cực góp lại làm giảm nó đi, kết quả là nó không tăng hoặc tăng rất ít. Khi nhiệt độ giảm thì dòng cực góp giảm theo, do đó U_c tăng và thiên áp U_{be} cũng tăng dẫn đến I_c cũng tăng theo. Cuối cùng dù nhiệt độ có thay đổi thì chế độ làm việc của tranzito vẫn ổn định.



Hình 2.9: Mạch điện áp hồi tiếp điện áp



Hình 2.10: Phương pháp khử hồi tiếp xoay chiều trong mạch thiên áp hồi tiếp điện áp

Điện trở R_b đưa một phần điện áp cực góp về cực gốc, do đó kiểu thiên áp này được gọi là thiên áp bằng hồi tiếp điện áp.

Trong phương pháp định thiên này điện áp xoay chiều của tín hiệu cũng được đưa qua R_b về cực gốc, ngược pha với điện áp vào (mạch cực phát chung), đây là hồi tiếp âm nên độ khuếch đại của tầng bị giảm.

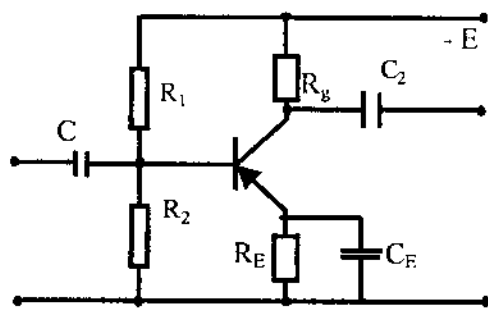
Muốn cho điểm công tác ổn định tốt thì gánh của tầng phải là điện trở để khi dòng góp thay đổi, điện áp cực góp cũng thay đổi nhiều, làm cho điện áp hồi tiếp thay đổi nhiều. Nếu gánh là biến áp thì mạch không có tác dụng ổn định, mà còn gây hồi tiếp âm nhiều làm giảm độ khuếch đại.

Để mạch làm việc có độ ổn định nhiệt cao mà không bị giảm hệ số khuếch đại có thể mắc như hình 2.10. Điện trở R_b ở đây được chia làm hai phần R_1 và R_2 , điểm giữa được nối đất qua tụ C_3 . Đối với dòng một chiều thì tụ C_3 coi như hở mạch, do đó không ảnh hưởng gì đến chế độ một chiều. Ngược lại với tín hiệu xoay chiều thì tụ C_3 coi như ngắn mạch xuống đất không cho phản hồi trở lại đầu vào.

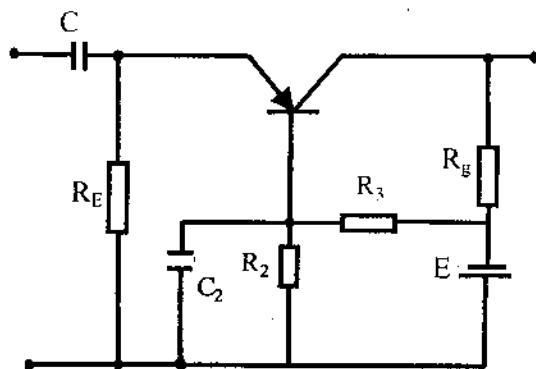
3. Thiên áp bằng phương pháp định áp

Hình 2.11 trình bày mạch thiên áp bằng phương pháp định áp.

Loại thiên áp này còn gọi là thiên áp bằng dòng Emitơ hay tụ phân cực, mạch có độ ổn định chế độ làm việc cao nên hay được dùng. Dòng điện I chạy qua R_1 và R_2 không phụ thuộc vào sự biến đổi theo nhiệt độ của tranzito. Trên R_1 còn có dòng gốc I_b chạy qua. Chọn R_1 và R_2 sao cho $I_b \ll I$ nên điện áp cực gốc U_b chủ yếu phụ thuộc dòng điện I chạy qua R_1, R_2 mà không phụ thuộc sự biến động của tranzito.



Hình 2.11: Mạch định thiên bằng phương pháp định áp



Hình 2.12: Mạch định thiên trong mạch cực gốc chung

Khi nhiệt độ tăng thì dòng I_c tăng, I_c tăng làm cho U_e tăng. U_b lại không đổi, do đó $U_{be} = U_b - U_e$ giảm xuống làm cho I_b giảm và I_c giảm. Vì vậy I_c không tăng được. Khi nhiệt độ giảm quá trình xảy ra ngược lại, nhờ đó điểm công tác được ổn định.

Theo kinh nghiệm người ta thường chọn R_c cỡ $(100 - 1000)\Omega$, điện trở R_c chẳng những gây hồi tiếp đối với điện một chiều để ổn định điểm công tác, mà còn gây hồi tiếp âm đối với xoay chiều làm giảm độ khuếch đại của tầng. Người ta đấu tụ C_c song song với R_c để khử tác dụng xấu này. Tụ C_c để cực phát nối mát đối với tín hiệu xoay chiều, thường chọn C_c khoảng $(50 - 10)\mu F$ ở các tầng âm tần và $(10 - 50) nF$ ở các tầng cao tần.

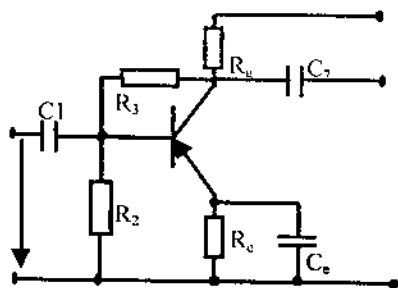
Đối với mạch cực gốc chung cách cấp thiên áp này cũng không thay đổi như hình 2.12. Trong mạch cực gốc chung, ta phải nối song song với R_2 một tụ điện C_2 để ngắn mạch tín hiệu xoay chiều ở cực gốc xuống đất.

4. Mạch thiên áp hồi tiếp hỗn hợp

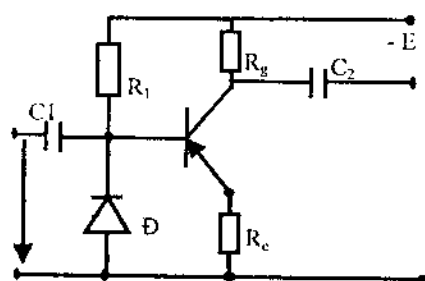
Trong mạch ứng dụng cả hồi tiếp điện áp và dòng điện nên có độ ổn định cao hơn, hình 2.13.

Khi nhiệt độ tăng thì I_c tăng, điện áp sụt trên R_g tăng lên nên U_c giảm đồng thời I_c tăng nên U_c tăng. Do U_b giảm xuống mà U_c lại tăng lên dẫn tới U_{bc} càng bị giảm nhỏ, làm cho I_c giảm nhiều.

Như vậy dòng cực phát (và dòng góp) muốn tăng thì nó lại là nguyên nhân làm cho nó không tăng lên được. Như vậy, dù nhiệt độ có thay đổi thì chế độ làm việc của tranzito vẫn được ổn định.



Hình 2.13: Mạch thiên áp
hỗn hợp



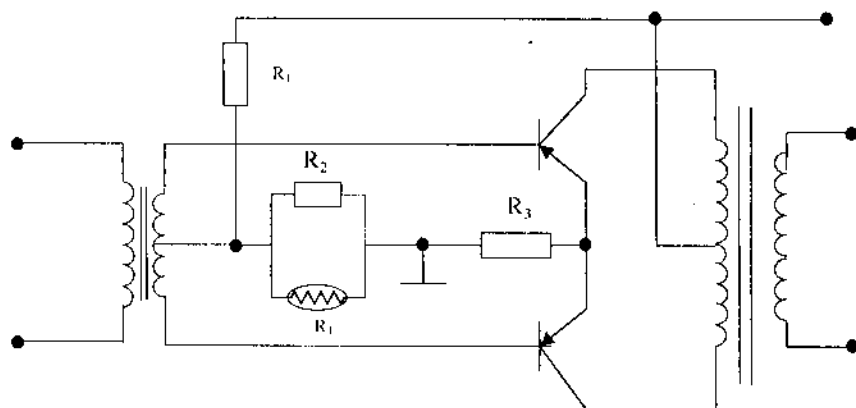
Hình 2.14: Mạch định thiên
dùng diôt

5. Mạch thiên áp dùng diôt và điện trở nhiệt temisto.

Trên hình 2.14 là mạch tương tự như mạch thiên áp bằng phương pháp định áp nhưng điện trở phân áp được thay bằng diôt nên tác dụng ổn định nhạy hơn.

Khi nhiệt độ tăng I_c tăng I_c và U_c đều tăng. Nhưng điện trở của diôt giảm khi nhiệt độ tăng lên U_b giảm làm cho U_{bc} giảm và I_c giảm, điểm công tác được ổn định.

Hình 2.15 là mạch thiên áp dùng điện trở nhiệt R_T (Temisto) và các điện trở R_1, R_2 mắc thành bộ phân áp, R_2 đấu song song với R_T nhằm hạn chế bớt sự biến đổi quá nhiều của điện trở nhiệt theo nhiệt độ, nhất là ở nhiệt độ thấp, ở nhiệt độ cao, điện trở của R_T càng nhỏ, nên điện trở phân áp phụ thuộc R_T nhiều hơn.



Hình 2.15: Mạch định thiên dùng điện trở nhiệt

IV. CÁC CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA PHẦN TỬ KHUẾCH ĐẠI

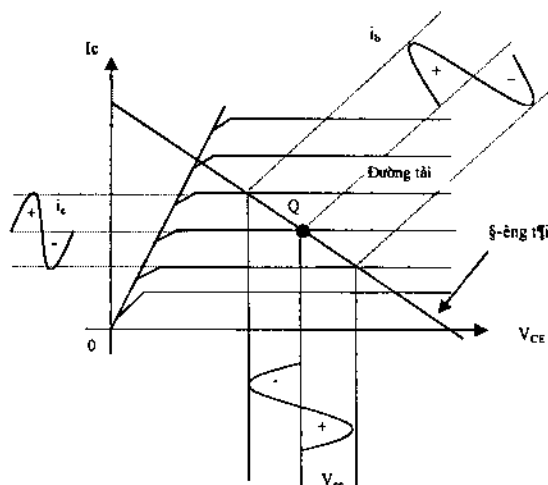
Trong các bộ khuếch đại, đặc biệt là bộ khuếch đại công suất, việc lựa chọn các chế độ thiên áp ảnh hưởng rất lớn đến độ méo tín hiệu và hiệu suất của mạch khuếch đại. Người ta phân biệt ba chế độ cơ bản là chế độ A, B, C. Ngoài ra còn thêm chế độ AB là trung gian giữa hai chế độ A và B.

1. Chế độ A

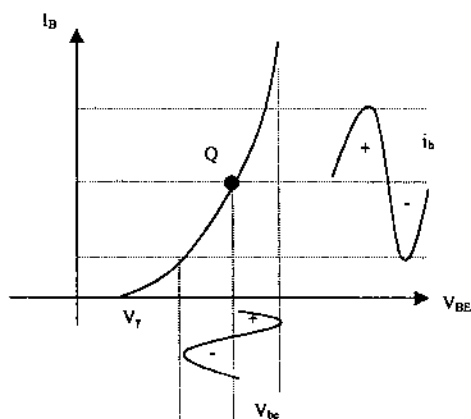
Là chế độ công tác trong đó dòng điện đầu ra xuất hiện trong cả chu kỳ của tín hiệu (hình 2.16 và 2.17). Để đảm bảo chế độ này, thì điện áp định thiên (đối với đèn điện tử) hoặc dòng định thiên (đối với tranzito) phải được chọn sao cho điểm làm việc tĩnh ở điểm giữa đặc tuyến truyền đạt.

Ở chế độ này dòng điện I_{b0} là dòng tiêu thụ từ nguồn cung cấp không đổi và bằng dòng tĩnh I_0 . Còn biên độ dòng điện đầu ra I_{max} không bao giờ vượt quá dòng tĩnh I_0 . Hiệu suất của chế độ A rất thấp và đó là khuyết điểm chính của chế độ này.

Ưu điểm nổi bật là độ méo rất nhỏ, vì khi tín hiệu vào là hình sin thì tín hiệu ra cũng là hình sin. Chế độ A được sử dụng trong các bộ khuếch đại tín hiệu nhỏ.



Hình 2.16: Đặc tuyến ở chế độ A

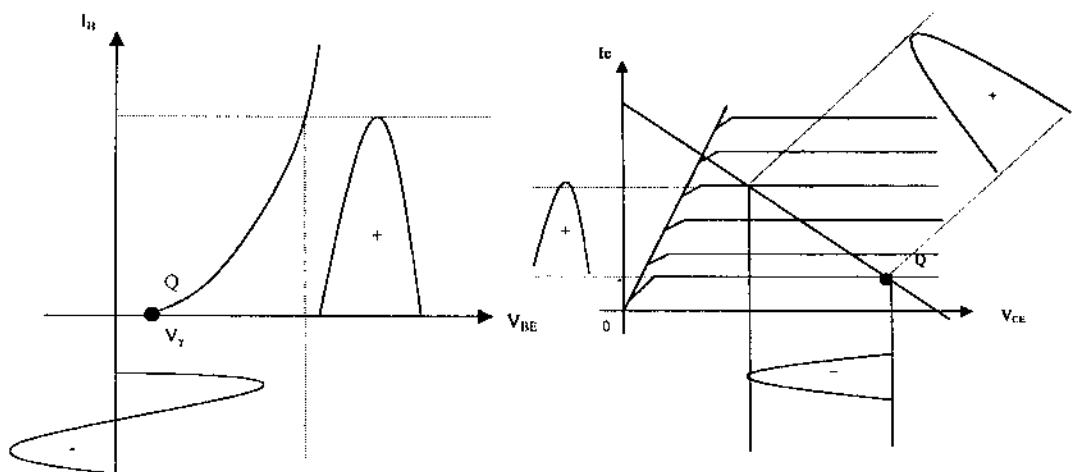


Hình 2.17: Đặc tuyến công tác tăng khuếch đại chế độ A

2. Chế độ B

Là chế độ công tác mà dòng điện ra chỉ xuất hiện trong nửa chu kỳ của tín hiệu (hình 2.18). Muốn đảm bảo chế độ B thì thiên áp ở cực điều khiển đèn khuếch đại phải được chọn sao cho dòng điện tĩnh I_0 bằng không, có nghĩa là điểm làm việc tĩnh nằm tại giao điểm của trục hoành và đặc tuyến truyền đạt.

Hiệu suất của chế độ B rất cao vì dòng điện tĩnh bằng không nhưng méo phi tuyến lớn hơn chế độ A rất nhiều. Công suất tín hiệu ra lớn hơn hẳn chế độ A. Trong thực tế, do đặc tuyến thực là đường chấm chấm trên hình vẽ, thì dòng ra cũng xuất hiện lớn hơn 1/2 chu kỳ tín hiệu, vì vậy dòng tĩnh không phải bằng không mà bằng khoảng (5 – 15)% biên độ cực đại. Hiệu suất của tầng khuếch đại làm việc ở chế độ B có thể đạt tới 70 – 80 %.

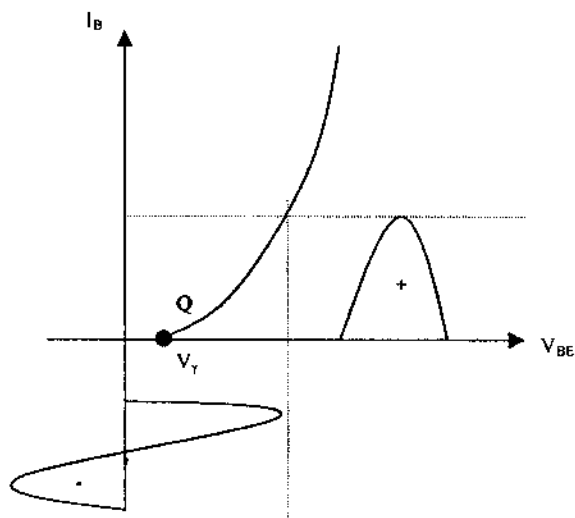


Hình 2.18: Đặc tuyến công tác tăng khuếch đại chế độ B

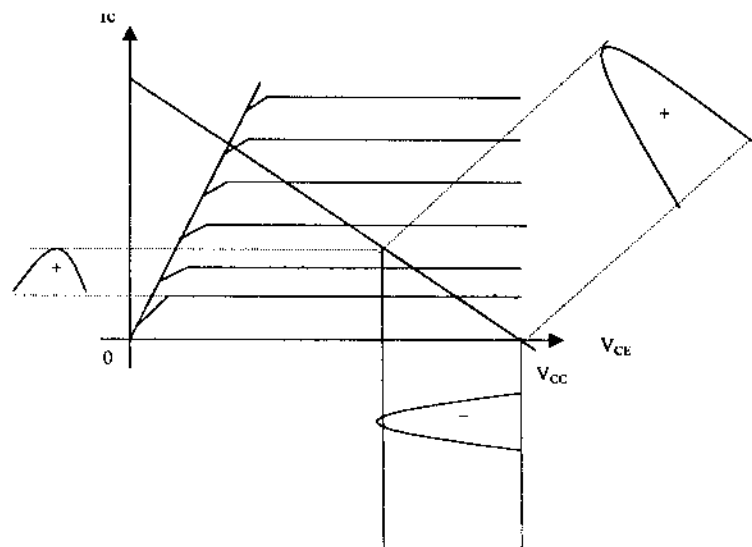
3. Chế độ C

Là chế độ công tác mà dòng ra chỉ xuất hiện trong khoảng thời gian nhỏ hơn $1/2$ chu kỳ tín hiệu hình sin ở đầu vào (góc cắt $< 90^\circ$).

Muốn đảm bảo chế độ này thì thiên áp ở cực điều khiển phải được chọn sao cho điểm công tác nằm trên trục hoành ở bên trái điểm xuất phát của đặc tuyến truyền đạt (hình 2.19 a,b), dòng điện tĩnh hoàn toàn bằng không. Hiệu suất của chế độ C cao hơn chế độ B ($> 80\%$), tuy nhiên chế độ này ít được dùng vì méo lớn.



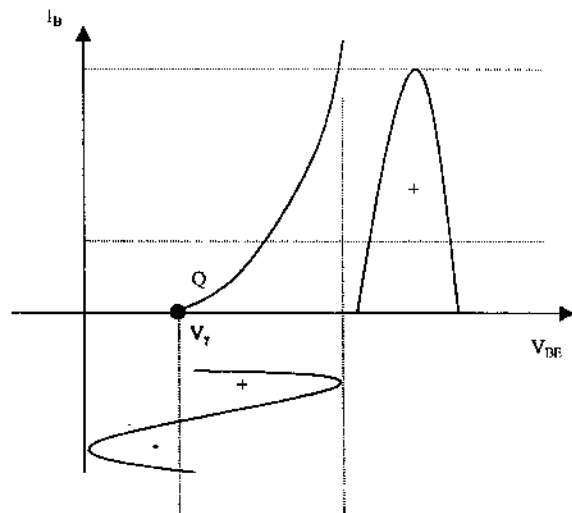
Hình 2.19a: Đặc tuyến truyền đạt



Hình 2.19b: Đặc tuyến công tác tăng khuếch đại chế độ C

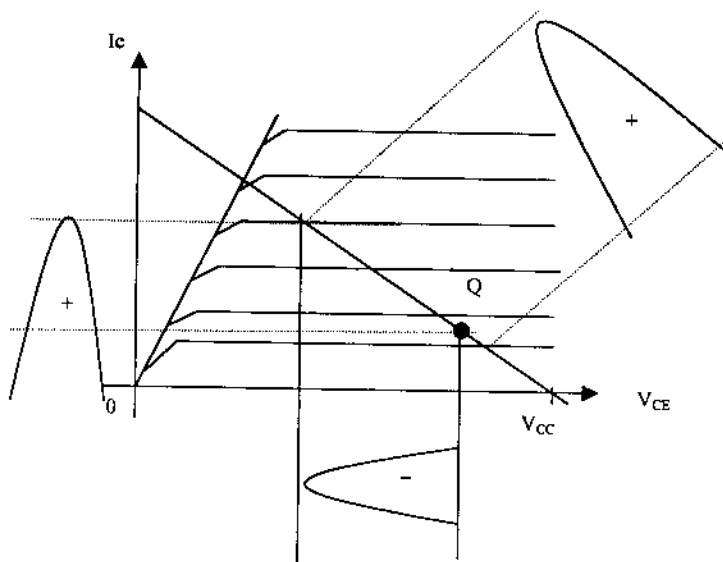
4. Chế độ AB

Là chế độ trung gian giữa hai chế độ A và B. Chế độ này điểm công tác nằm bên phải điểm xuất phát của đặc tuyến (hình 2.20). Độ méo nhỏ hơn so với chế độ B rất nhiều, tuy nhiên hiệu suất thấp hơn so với chế độ B vì dòng tĩnh I_0 lớn.



Hình 2.20a: Đặc tuyến công tác tăng khuếch đại chế độ AB

Trong chế độ này, do tồn tại dòng tĩnh I_0 , nên ta có thể dễ dàng dùng các biện pháp thiên áp. Chế độ AB được sử dụng khi công suất ra yêu cầu không lớn lắm.



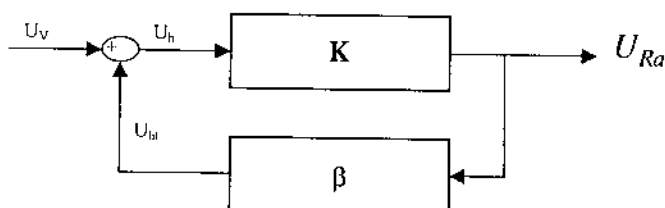
Hình 2.20b: Đặc tuyến ở chế độ AB

V. HỒI TIẾP TRONG MẠCH KHUẾCH ĐẠI

1. Khái niệm

Hồi tiếp là thực hiện việc truyền một phần tín hiệu (điện áp hoặc dòng điện) từ đầu ra trở về đầu vào của mạch khuếch đại. Trên hình 2.21 là sơ đồ khối của mạch khuếch đại có hồi tiếp. K là hệ số khuếch đại của mạch khuếch đại, β là hệ số khuếch đại [hệ số truyền đạt] của mạch hồi tiếp.

$$K = \frac{U_{ra}}{U_v} \qquad \beta = \frac{U_{hl}}{U_{Ra}}$$



Hình 2.21: Sơ đồ khối của mạch khuếch đại có hồi tiếp

Hồi tiếp cho phép cải thiện các chỉ tiêu & chất lượng của bộ khuếch đại, trong một số trường hợp nó làm cho mạch khuếch đại có một số tính chất đặc biệt.

Hồi tiếp trong mạch khuếch đại có thể được thực hiện qua việc ghép điện trở, điện cảm, điện dung và các mạch hỗn hợp (RC, LC, RL).

Mạch hồi tiếp cùng với một phần mạch khuếch đại mà nó ghép vào tạo thành vòng kín gọi là vòng hồi tiếp. Như vậy, trong một thiết bị có thể có nhiều vòng hồi tiếp lồng vào nhau hoặc xen kẽ nhau.

Mạch hồi tiếp khá đa dạng, phụ thuộc vào ý đồ của người thiết kế để đảm bảo yêu cầu cụ thể của bộ khuếch đại.

2. Phân loại mạch hồi tiếp

Phân loại theo pha của tín hiệu hồi tiếp :

Có hai loại hồi tiếp cơ bản: hồi tiếp âm và hồi tiếp dương.

Hồi tiếp dương: Tín hiệu hồi tiếp đồng pha với tín hiệu vào do đó nó làm tín hiệu vào mạnh lên.

Hồi tiếp dương thường làm cho bộ khuếch đại mất ổn định. Nó thường được sử dụng trong bộ tạo dao động.

Hồi tiếp âm: Tín hiệu hồi tiếp ngược pha với tín hiệu vào, nên làm yếu tín hiệu vào. Hồi tiếp âm có tác dụng cải thiện chất lượng của bộ khuếch đại, vì thế nó được sử dụng rộng rãi.

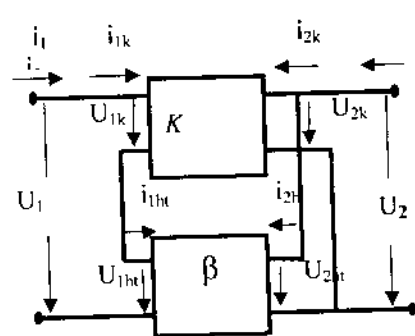
* Phân loại theo dạng tín hiệu :

Hồi tiếp một chiều và hồi tiếp xoay chiều.

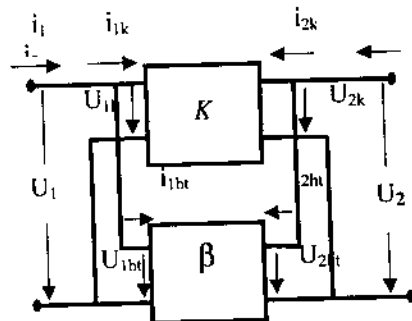
Hồi tiếp âm một chiều được dùng để ổn định chế độ công tác, còn hồi tiếp âm xoay chiều được dùng để ổn định các tham số của bộ khuếch đại.

* Phân loại theo mạch điện của bộ khuếch đại có hồi tiếp :

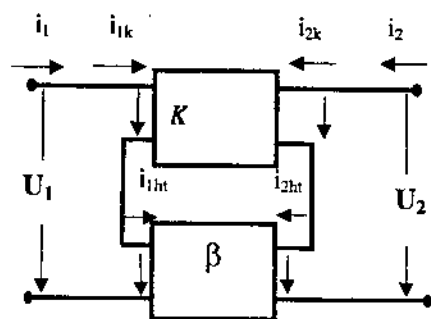
a. *Hồi tiếp nối tiếp - điện áp* (hình 2.22a): Tín hiệu hồi tiếp đưa về đầu vào nối tiếp với nguồn tín hiệu ban đầu và tỉ lệ với điện áp ở đầu ra.



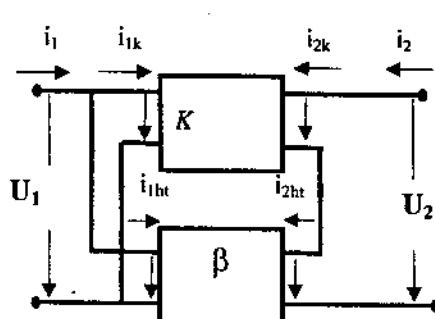
a/ Hồi tiếp nối tiếp - điện áp



b/ Hồi tiếp song song - điện áp



a/ Hồi tiếp nối tiếp - dòng điện



a/ Hồi tiếp song song - dòng điện

Hình 2.22: Các loại mạch hồi tiếp

b. Hồi tiếp song song - điện áp (hình 2.22b): Tín hiệu hồi tiếp đưa về đầu vào song song với nguồn tín hiệu ban đầu và tỉ lệ với điện áp ra.

c. Hồi tiếp nối tiếp - dòng điện (hình 2.22c): Tín hiệu hồi tiếp đưa về đầu vào nối tiếp với nguồn tín hiệu ban đầu và tỉ lệ với dòng điện ra.

d. Hồi tiếp song song - dòng điện (hình 2.22d): Tín hiệu hồi tiếp đưa về đầu vào song song với nguồn tín hiệu ban đầu và tỉ lệ với dòng điện ra

Cách xác định dạng hồi tiếp:

Thực tế hồi tiếp trong mạch khuếch đại rất phức tạp và rất khó xác định loại hồi tiếp nào trong sơ đồ mà ta đang xét. Trong trường hợp đó có thể dùng biện pháp sau đây:

- Nếu ngắn mạch tải của mạch khuếch đại mà điện áp hồi tiếp mất thì đó là hồi tiếp điện áp.
- Nếu hở mạch tải của mạch khuếch đại mà điện áp hồi tiếp mất thì đó là hồi tiếp dòng điện.
- Nếu hở mạch nguồn tín hiệu mà điện áp hồi tiếp mất thì đó là hồi tiếp nối tiếp.
- Nếu ngắn mạch nguồn tín hiệu mà điện áp hồi tiếp mất ở đầu vào thì đó là hồi tiếp song song.

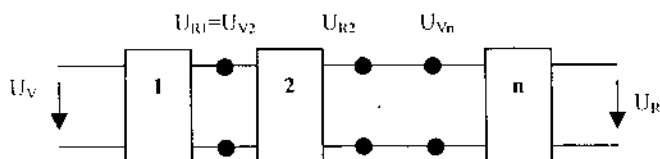
VI. MẠCH GHÉP CÁC TẦNG KHUẾCH ĐẠI

1. Khái niệm chung

Trong thực tế, các điện áp ra từ micro, từ đầu từ máy cassette, từ tầng tách sóng,... Thường có biên độ rất nhỏ cỡ vài trăm μV đến vài mV. Để đạt được công

suất ra yêu cầu, thường phải có một bộ khuếch đại gồm nhiều tầng mắc nối tiếp nhau vì trong thực tế, một tầng khuếch đại không đảm bảo đủ hệ số khuếch đại cần thiết (hình 2.23).

Trong bộ khuếch đại nhiều tầng, tín hiệu ra của tầng trước sẽ là tín hiệu vào của tầng sau nó. Tải của tầng trước tham gia vào trở kháng vào của tầng sau. Trở kháng vào và trở kháng ra của bộ khuếch đại sẽ được tính theo trở kháng vào của tầng đầu và trở kháng ra của tầng cuối.



Hình 2.23: Sơ đồ khối bộ khuếch đại nhiều tầng

Hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại nhiều tầng bằng tích hệ số khuếch đại của mỗi tầng.

$$K_U = \frac{U_R}{U_V} = \frac{U_{R1}}{U_{V1}} \cdot \frac{U_{R2}}{U_{V2}} \dots \frac{U_{Rn}}{U_{Vn}} = K_{U1} \cdot K_{U2} \dots K_{Un}$$

Một tầng khuếch đại có 3 yêu cầu chủ yếu sau:

1. Hệ số khuếch đại lớn.
2. Độ méo tần số nhỏ.
3. Độ méo phi tuyến nhỏ.

Muốn đạt được 3 yêu cầu này cần phải:

- Chọn và đảm bảo chế độ tĩnh, chế độ động cho đèn thích hợp.
- Chọn mạch ghép tầng sao cho đảm bảo phối hợp trở kháng giữa các tầng theo chức năng của bộ khuếch đại.

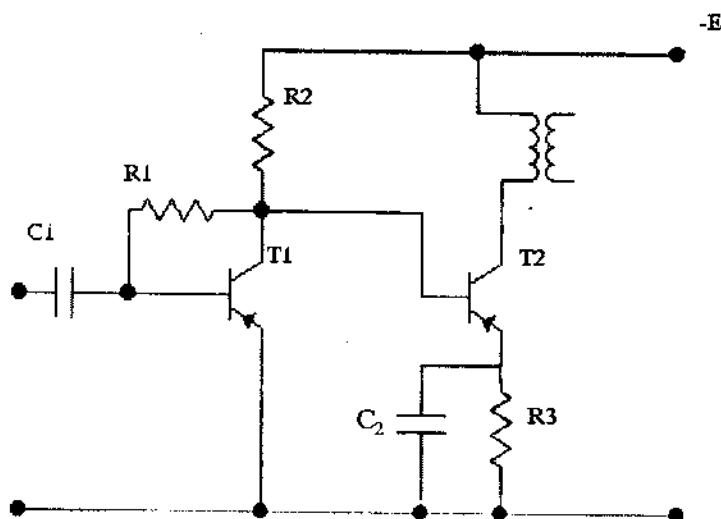
Bộ khuếch đại điện áp $Z_v \gg Z_{nguồn}$ và $Z_{ra} \ll Z_t$.

Bộ khuếch đại công suất $Z_v \sim Z_{nguồn}$ và $Z_{ra} \sim Z_t$.

Bộ khuếch đại dòng điện $Z_v \ll Z_{nguồn}$ và $Z_{ra} \gg Z_t$.

Như vậy, việc chọn mạch ghép giữa các tầng là một vấn đề rất quan trọng. Chúng ta sẽ lần lượt khảo sát các loại mạch ghép tầng: ghép trực tiếp, ghép điện trở, ghép RC, ghép biến áp, ghép diot Zener, ghép tranzito bù...

2. Các mạch ghép tầng trực tiếp dùng transistor



Hình 2.24: Sơ đồ ghép trực tiếp

Biện pháp đơn giản để liên kết các phần tử khuếch đại trong một bộ khuếch đại là chuyển thẳng tín hiệu từ đầu ra của tầng khuếch đại tầng trước đến đầu vào của tầng khuếch đại tầng sau.

Hình 2.24 là sơ đồ mạch khuếch đại ghép trực tiếp.

R_1 là điện trở định thiên cho tranzito T_1 , R_2 vừa là điện trở gánh cho Transistor T_1 , vừa là điện trở định thiên cho transistor T_2 , ta có:

$$U_{c1} = U_{b2}$$

Để cho tín hiệu ra không bị méo dạng, ta phải chọn trị số của R_2 sao cho điện áp cực góp của T_1 không nhỏ hơn 1,2V. Đây cũng chính là điện áp đặt lên bazơ T_2 . Nếu điện áp này đặt hoàn toàn lên tiếp giáp Bazơ - Emitơ của transistor T_2 có thể làm hỏng tiếp giáp này, do đó trong mạch Emitơ của transistor T_2 phải dùng điện trở R_3 để sụt bớt điện áp U_{b2} , đảm bảo thiên áp cho transistor T_2 làm việc.

U_{be2} được tính toán theo công thức:

$$U_{be2} = U_{b2} - U_{R3}$$

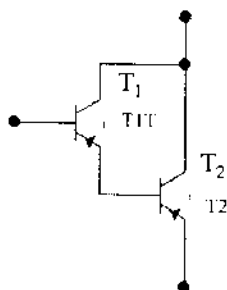
U_{R3} là điện áp sụt trên điện trở R_3 .

Thường chọn $R_2 = (5 - 15) K\Omega$ để điện áp cực góp T_1 khoảng 1,2 đến 2,5V, điện trở $R_3 = (1,5 - 2,5) K\Omega$.

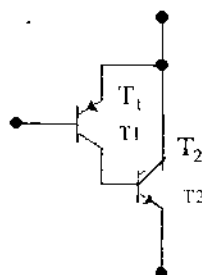
Để khử hồi tiếp âm đối với tín hiệu trên R_3 ta dùng tụ điện C_2 cỡ $(3-100)\mu F$.

Ưu điểm của kiểu ghép tầng trực tiếp là hệ số truyền đạt lớn và không gây ra hiện tượng méo tần số như khi ghép bằng điện trở, điện dung hoặc ghép biến áp. Tuy nhiên mạch phức tạp, khó hiệu chỉnh và rất không ổn định.

Một trường hợp đặc biệt của ghép trực tiếp đó là sơ đồ Darlington, được sử dụng trong những trường hợp đòi hỏi hệ số khuếch đại dòng lớn (Hình 2.25).



Hình 2.25a: Sơ đồ Darlington thường



Hình 2.25b: Sơ đồ Darlington kiểu bù

Sơ đồ Darlington có thể xem như một transistor với các điện cực E', B', C'. Khi đó hệ số khuếch đại dòng điện $\beta' = \beta_1 \cdot \beta_2$.

Ngoài ra, còn có sơ đồ Darlington kiểu bù khi ta mắc hai transistor khác loại. Sơ đồ Darlington bù như hình 2.26. Lúc này chức năng của sơ đồ được quyết định bởi transistor T_1 , còn các tham số sẽ tương đương hoàn toàn với sơ đồ Darlington thông thường.

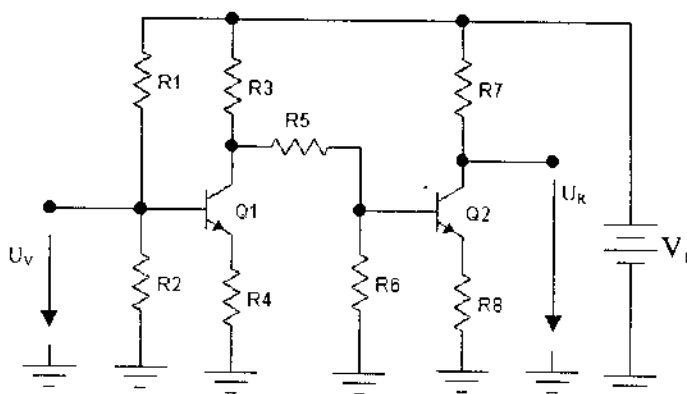
3. Ghép điện trở

Hình 2.27 là sơ đồ mạch ghép tầng dùng điện trở.

Do có các điện trở R_1, R_2 nên trong mạch ghép có tổn hao và nó tạo ra một mức dịch Darlington nào đó, nếu trong mạch phân áp có thêm phần tử phụ thuộc tần số. Trong thực tế, điện dung vào của transistor tầng sau có tham gia vào mạch ghép, do đó đây là một mạch ghép phụ thuộc tần số. Để truyền các tín hiệu tần số cao, người ta thường mắc song song với R_1 một tụ điện. Mạch phải thỏa mãn điều kiện I_o (qua R_1, R_2) $\gg I_{b2}$ sao cho điện thế điểm b hầu như không đổi.

So với cách ghép trực tiếp, cách ghép này có ưu điểm hơn ở chỗ nhờ có điện trở hạn chế, chế độ làm việc tĩnh của các tầng khuếch đại ít bị ảnh hưởng lẫn nhau do đó độ ổn định của toàn mạch tốt hơn. Ghép điện trở ít được dùng trong các mạch tổ hợp, vì các điện trở lớn chiếm thể tích lớn. Có thể thay R_2 bởi một

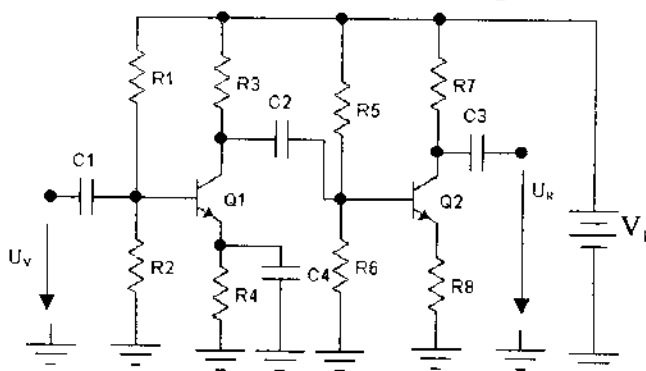
nguồn dòng có điện trở trong phạm vi lớn. Do đó ở tần số thấp khi R_1 còn $\ll (R_u // R_i)$ hầu như không có hạ áp trên mạch ghép.



Hình 2.27: Mạch ghép điện trở

4. Mạch ghép RC

Hình 2.28 trình bày sơ đồ mạch ghép RC dùng transistor



Hình 2. 28: Mạch ghép RC

Vì trở kháng vào của đèn nhỏ (200Ω đến $2\text{ k}\Omega$), nên thường chọn tụ nối tầng C_2 cỡ 2 đến $10\mu\text{F}$ để ngắn mạch đối với thành phần xoay chiều. Tùy theo loại đèn sử dụng mà đấu tụ sao cho tụ được phân cực thuận. (Loại PNP, cực âm của tụ đấu vào Colectơ của đèn tầng trước, cực dương đấu vào Ba zơ của đèn tầng sau).

C_e có tác dụng ngắn mạch đối với thành phần xoay chiều.

R_e là điện trở hồi tiếp âm dòng điện một chiều.

Đối với thành phần xoay chiều điện trở tải của tầng trước bao gồm $R_3 // R_4 // R_5 // R_v$ (bỏ qua C_2 vì $X_{C2} \approx 0$). Do R_4, R_5 là mạch phân áp để thiên áp thuận U_{bo} cho tầng sau nên R_4 và $R_5 \gg R_v$. Do vậy tải của tầng trước có thể coi chỉ gồm $R_3 // R_v$.

Nói chung R_3 lớn thì hệ số khuếch đại lớn nhưng do R_3 gây giảm áp một chiều nên nếu R_3 lớn quá làm U_c và I_c đều nhỏ, hệ số khuếch đại lại giảm và còn làm giảm K nhiều ở phạm vi tần số cao. Nếu chọn R_3 lớn làm giảm hệ số khuếch đại và giảm cả trở kháng vào cho tầng sau. Vì vậy R_3 - tải - thường chọn từ 2 - $5k\Omega$.

Trong một dải tần số làm việc, tụ điện và sự phụ thuộc các tham số transistor vào tần số sẽ làm cho điện áp đầu ra bộ khuếch đại thay đổi cả biên độ và pha khi tần số tín hiệu vào thay đổi.

Ở miền tần số trung bình, cho phép bỏ qua ảnh hưởng của tụ điện trong bộ khuếch đại và không tính đến sự phụ thuộc của các tham số của transistor của mạch

Lúc này, tụ ghép tầng C_1, C_2 có trở kháng lớn, sụt áp ở trên tụ tăng lên, nên điện áp từ nguồn tín hiệu đặt vào tầng đầu tiên hoặc điện áp ra tầng trước đặt vào tầng sau sẽ bị giảm. Vì vậy, biên độ điện áp đầu ra của mỗi tầng và của các khuếch đại giảm.

Trở kháng của tụ C_c cũng tăng lên, làm giảm tác dụng rẽ mạch của C_c đối với thành phần xoay chiều, hồi tiếp âm dòng điện xoay chiều trên R_c tăng lên, do đó làm giảm hệ số khuếch đại của mạch.

Ở miền tần số cao, sự phụ thuộc của hệ số khuếch đại dòng điện β của transistor vào tần số và sự tồn tại điện dung mặt ghép C_{ce} {đối với tầng EC} là những nhân tố ảnh hưởng đến đặc tuyến của bộ khuếch đại. Khi tần số tăng thì hệ số khuếch đại β giảm. Xét về mức độ giảm hệ số β người ta đưa ra khái niệm về tần số giới hạn f_b , tại tần số này hệ số β giảm đi 0,707 lần so với giá trị β_o ở tần số trung bình và méo tần số tăng. Tụ C_{ce} làm rẽ mạch ở đầu ra làm giảm hệ số khuếch đại của mạch.

VII. MẠCH KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT

1. Những vấn đề về tầng khuếch đại công suất

Tầng khuếch đại công suất (KĐCS) có nhiệm vụ đưa ra công suất đủ lớn để kích thích cho tải. Công suất ra của nó cỡ 0,1 W đến hơn 100W.

Tùy theo nhiệm vụ mà tải của bộ khuếch đại công suất có thể là loa (Radio), là cuộn lái tia...

Để phối hợp trở kháng giữa mạch khuếch đại công suất với tải thường sử dụng điện áp (biến áp ra loa, biến áp màn hình...), tụ điện hoặc ghép trực tiếp.

1.1. Phân loại

Ta có thể phân loại bộ khuếch đại công suất theo nhiều cách khác nhau:

- * Theo chỉ tiêu năng lượng: Bộ khuếch đại công suất nhỏ, bộ khuếch đại công suất lớn.

- * Theo mạch điện: Bộ khuếch đại công suất đơn, bộ khuếch đại công suất đẩy kéo, bộ khuếch đại công suất không biến áp ra.

- * Theo chế độ làm việc: Bộ khuếch đại công suất chế độ A, B, AB, C.

1.2. Các chỉ tiêu của bộ khuếch đại công suất

- * Hệ số khuếch đại công suất.

Hệ số khuếch đại công suất K_p là tỉ số giữa công suất ra và công suất vào.

$$K_p = \frac{P_r}{P_v}; K(\text{db}) = 10 \lg \frac{P_r}{P_v}$$

- * Hiệu suất:

Hiệu suất là tỷ số giữa công suất ra P_r và công suất cung cấp một chiều P_0 :

$$\eta = \frac{P_r}{P_0}$$

Hiệu suất càng lớn thì công suất tổn hao trong bộ khuếch đại càng nhỏ.

Người ta có thể dùng đơn vị % để tính hiệu suất của mạch.

$$\eta(*) = \frac{P_r}{P_0} \cdot 100\%$$

- * Hệ số méo tín hiệu :

Để đặc trưng cho độ méo tín hiệu của một mạch khuếch đại, người ta đưa ra hệ số méo tín hiệu. Khi U_v chỉ có thành phần tần số ω , U_{ra} nói chung có các thành phần tần số $n\omega$ (với $n = 0, 1, 2, 3, \dots$) với các biên độ tương ứng là U_{nm} , lúc đó hệ số méo tín hiệu do tăng khuếch đại gây ra được đánh giá là:

$$M = \frac{(U_{2m}^2 + U_{3m}^2 + \dots + U_{nm}^2)^{1/2}}{U_1} \cdot 100\%$$

Ngoài chỉ tiêu trên người ta còn quan tâm đến trở kháng vào:

Yêu cầu trở kháng vào lớn tương đương với dòng tín hiệu vào nhỏ, nghĩa là mạch phải có hệ số khuếch đại dòng điện K_i lớn.

1.3. Chế độ công tác và định điểm làm việc cho tầng khuếch đại công suất

Tùy thuộc vào chế độ công tác của transistor mà chúng ta có chế độ làm việc của tầng khuếch đại công suất ở chế độ A, B, AB, C.

* Chế độ A: Tín hiệu được khuếch đại gần như tuyến tính, góc cắt $\theta = 180^\circ$.

Khi tín hiệu vào hình sin, dòng tĩnh collector I_{c0} luôn luôn lớn hơn biên độ dòng điện ra. Vì vậy hiệu suất của bộ khuếch đại chế độ A rất thấp ($< 50\%$). Do đó chế độ A chỉ được dùng trong trường hợp công suất ra nhỏ.

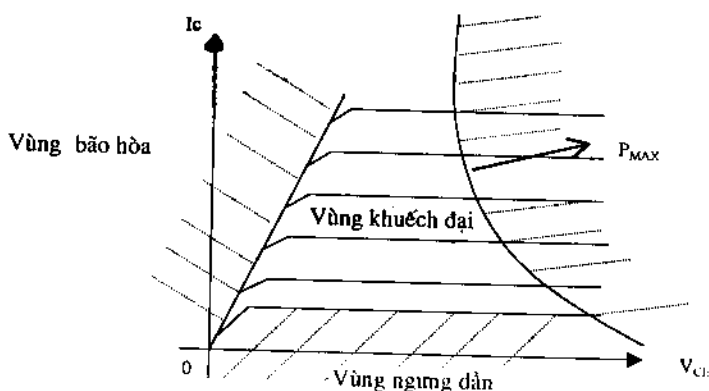
* Chế độ B: Ứng với $\theta = 90^\circ$. Điểm làm việc tĩnh được xác định tại $U_{be} = 0$. Chỉ một nửa chu kỳ âm (hoặc dương) của điện áp vào được khuếch đại.

* Chế độ AB: Có góc cắt $90^\circ < \theta < 180^\circ$ ở chế độ này có thể đạt được hiệu suất cao hơn chế độ A ($< 70\%$) vì dòng tĩnh I_{c0} lúc này nhỏ hơn dòng tĩnh ở chế độ A. Điểm làm việc nằm trên đặc tuyến phải gần ngưỡng khoá cửa đèn.

* Chế độ C: Có góc cắt $\theta < 90^\circ$. Hiệu suất chế độ C khá cao ($> 70\%$), nhưng méo rất lớn. Nó thường được dùng trong các bộ khuếch đại tần số cao và dùng với tải cộng hưởng để có thể lọc ra được hài bậc nhất như mong muốn. Chế độ C còn được dùng trong mạch logic và mạch khoá.

Đối với transistor, điểm làm việc tĩnh được xác định trong khu vực cho phép trên đặc tuyến transistor (hình 2.29). Khu vực đó được giới hạn bởi: đường công suất, đường thẳng ứng với dòng Collector cực đại I_{cmax} , đường thẳng ứng với dòng Collector - Emitơ cực đại U_{cemax} , đường cong phân cách với khu vực bão hoà và đường thẳng phân cách với ngưỡng khoá của transistor; ở chế độ động (khi có tín hiệu vào), điểm làm việc có thể vượt ra ngoài đường cong công suất (nếu vẫn đảm bảo được điều kiện công suất tổn hao nhỏ hơn công suất tổn hao cho phép) nhưng không được quá các giới hạn khác.

Để ổn định điểm làm việc cho tầng khuếch đại công suất, ta có thể dùng các biện pháp như dùng hồi tiếp âm, dùng diôt để bù nhiệt v.v... nhưng ít khi dùng điện trở Emitơ để ổn định chế độ công tác, vì dòng I_e lớn sẽ gây tổn hao nhiều trên điện trở này.



Hình 2.29: Đặc tuyến của transistor

2. Tầng khuếch đại đơn (bộ khuếch đại chế độ A).

2.1. Dùng transistor

Sơ đồ nguyên lý của mạch khuếch đại dùng transistor trên hình 2.30.

Tác dụng linh kiện:

C_g : tụ ghép tầng.

R_{b1} , R_{b2} : định điểm làm việc cho đèn.

R_e : điện trở ổn định nhiệt.

C_e : khử hồi tiếp xoay chiều.

R_L và C_L : bộ lọc nguồn.

Nguyên lý làm việc.

* Khi chưa có tín hiệu vào, điện áp giữa Bazo và Emitơ của đèn là:

$$U_{be0} = U_{bo}; U_{bo} = (U_{co} \cdot R_{bb2}) / (R_{b1} + R_{b2})$$

$U_{eo} = R_e \cdot I_{eo}$ chọn U_{be0} đảm bảo cho transistor làm việc ở chế độ A.

$I_c = I_{co}$; (bỏ qua điện trở một chiều của biến áp).

$$U_c \neq U_{co}$$

$$U_i = 0$$

* Khi có tín hiệu hình sin ở đầu vào của đèn;

+ Ở nửa chu kỳ dương của tín hiệu vào:

$$U_{be} > U_{be0}$$

$I_c > I_{co}$ (và biến thiên theo quy luật của U_{be}).

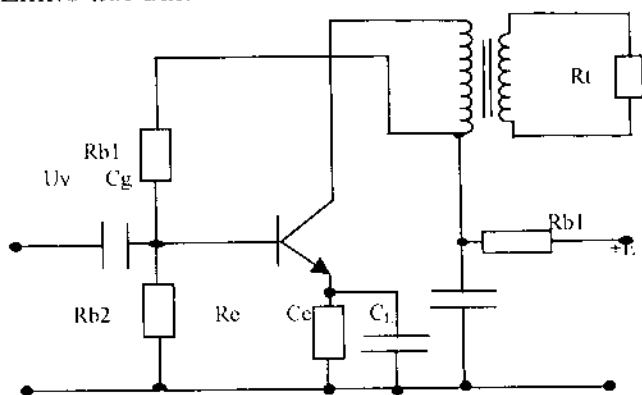
$U_i \neq 0$ và có dạng 1/2 chu kỳ tín hiệu vào.

+ Ở nửa chu kỳ âm của tín hiệu vào:

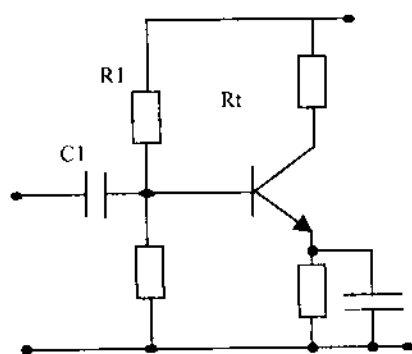
$$U_{be} < U_{be0}, \text{ nên } I_c < I_{c0}.$$

$U_i \neq 0$ (có dạng 1/2 chu kỳ còn lại của tín hiệu vào).

Như vậy trên R_c sẽ có điện áp ra hình sin đồng dạng với tín hiệu ở đầu vào nhưng công suất lớn hơn do tác dụng của mạch khuếch đại. Dòng điện I_c ở mạch ra khá lớn vì thế cần phải chọn điện trở R_c không vượt quá vài chục ôm. Nhưng rất khó khăn trong việc chọn C_c để khử hồi tiếp âm dòng điện xoay chiều. Trong thực tế, khi yêu cầu ổn định nhiệt cho transistor không cao, chúng ta có thể cho Emitơ nối đất.



Hình 2.30: Mạch khuếch đại dùng transistor



Hình 2.31: Mạch khuếch đại công suất đơn, không biến áp ra

2.2. Mạch khuếch đại công suất đơn không dùng biến áp ra

Sơ đồ nguyên lý hình 2.31.

Trong các mạch công suất đơn, nếu công suất ra không cần lớn, điện trở tải lớn ta có thể mắc trực tiếp tải vào cực góp của transistor.

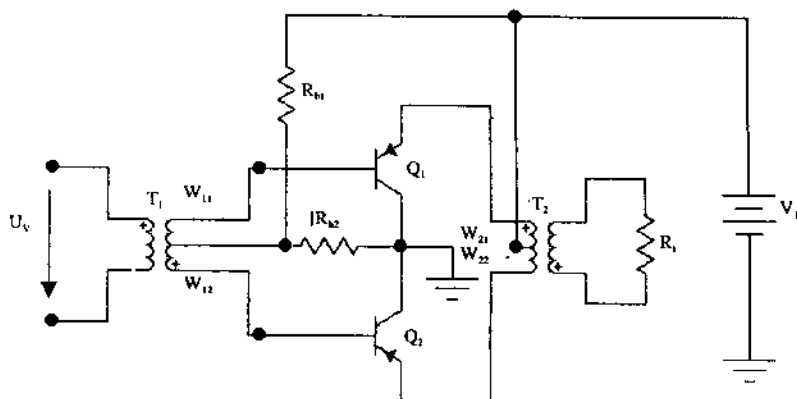
Hệ số khuếch đại của tầng tỉ lệ với trở kháng tải, do vậy ta phải chọn tải để công suất ra là lớn nhất.

3. Tầng khuếch đại công suất đẩy kéo

Mạch khuếch đại công suất đơn có hiệu suất thấp vì khi làm việc luôn có dòng tĩnh hơn. Để khắc phục nhược điểm này, người ta mắc tầng khuếch đại công suất đẩy kéo làm việc ở chế độ AB, B.

3.1. Tầng khuếch đại công suất dùng transistor có biến áp ra

Hình 2.32 trình bày sơ đồ nguyên lý của mạch khuếch đại công suất dùng transistor, làm việc ở chế độ B



Hình 2.32: Mạch khuếch đại công suất dùng transistor

Tác dụng linh kiện:

T_1, T_2 là transistor cùng loại.

Biến áp BA_1 , có hệ số biến áp $n_1 = W_{v1}/W_{11} = W_{v1}/W_{12}$ cung cấp tín hiệu vào mạch Bazơ của hai transistor.

Biến áp BA_2 , có hệ số biến áp $n_2 = W_{21}/W_1 = W_{22}/W_1$. Mạch Colector của mỗi đèn được mắc tới một nửa cuộn sơ cấp biến áp ra.

R_{b1}, R_{b2} là bộ phân áp, định thiên cho hai đèn. Trong chế độ AB, R_{b1}, R_{b2} được chọn sao cho dòng tĩnh qua chúng nhỏ cỡ (10 - 100 μA). Còn trong chế độ B, không có điện trở R_{b1} , thiên áp ban đầu $U_{be} = 0$. R_{b2} dùng để đảm bảo công tác cho mạch vào của đèn trong chế độ gần với chế độ nguồn dòng.

Nguyên lý làm việc:

* Khi không có tín hiệu vào:

T_1, T_2 tắt.

$$U_{be1} = U_{be2} = 0$$

$$I_{C1} = I_{C2} = 0 \text{ (bỏ qua dòng điện ngược Colector)}$$

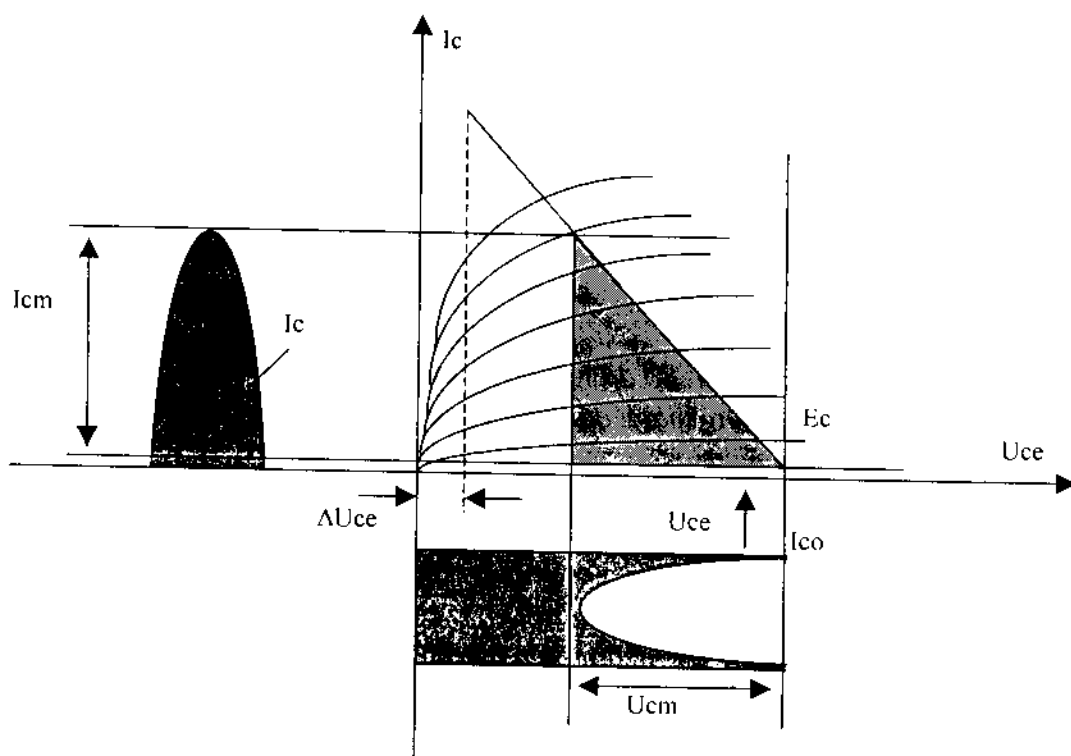
$$U_i = 0;$$

$$U_{C1} = U_{C2} = -E_0$$

* Khi có tín hiệu vào:

Ở nửa chu kỳ dương, giả sử trên cuộn W_{11} của BA_1 có nửa chu kỳ điện áp âm đối với điểm chung của các cuộn dây, còn trên cuộn W_{12} sẽ có nửa chu kỳ điện áp dương. Kết quả transistor T_2 vẫn tiếp tục khoá, T_1 thông, dòng $I_{C1} = \beta I_{b1}$ chảy qua transistor T_1 . Trên cuộn W_{21} điện áp $U_{21} \approx I_{C1} \cdot R_1$. Trong đó $R_1 = n_2^2 \cdot R_L$. Trên tải sẽ có nửa chu kỳ điện áp dương.

Ở nửa chu kỳ âm, cực tính của điện áp ở các cuộn W_{11} , W_{12} đổi dấu. Lúc đó T_1 khoá, T_2 thông. Trên cuộn W_{22} sẽ có dòng điện I_{C1} , $I_{C2} = \beta I_{b2}$ chảy qua (thường chọn T_1 và T_2 có các hệ số khuếch đại dòng điện bằng nhau) tạo nên điện áp có cùng trị số, nhưng cực tính ngược lại ở cuộn tỉ W_1 . Trên tải sẽ có nửa chu kỳ điện áp âm.



Hình 2.33: Đồ thị miêu tả quá trình làm việc của bộ khuếch đại mắc đẩy kéo

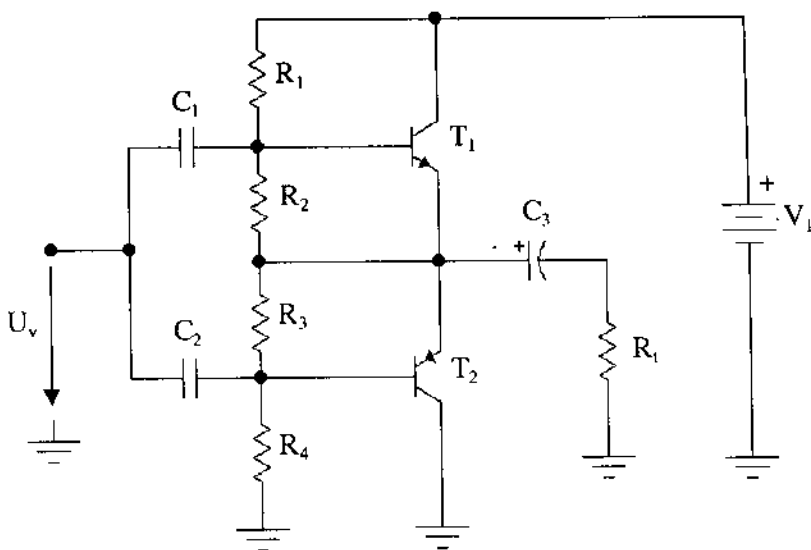
Như vậy, quá trình khuếch đại tín hiệu được thực hiện theo 2 nhịp nửa chu kỳ: nửa chu kỳ đầu chỉ có một transistor làm việc, nửa chu kỳ sau thì transistor còn lại làm việc.

3.2. Mạch dùng hai transistor khác loại

Sơ đồ nguyên lý được trình bày ở hình 2.34

Tác dụng linh kiện:

T_1 , T_2 : Đèn khác loại, làm nhiệm vụ khuếch đại công suất.



Hình 2.34. Sơ đồ KĐ ĐK không biến áp ra dùng mạch đảo pha phân phụ tải.

C_1, C_2 : tụ nối tầng.

R_1, R_2, R_3, R_4 : các bộ phân áp dùng để định thiên cho T_1 và T_2

Nguyên lí làm việc

* Khi chưa có tín hiệu vào:

Điểm làm việc của T_1, T_2 xác định bởi các bộ phân áp R_1, R_2 và R_3, R_4 tương tự trên với.

$$U_{beo1} = U_{beo2} = U_{beo} \text{ nhờ chọn } R_1 = R_4, R_2 = R_3$$

$$I_{co1} = I_{co2} = I_{co}$$

* Khi có tín hiệu vào hình sin U_v :

Ở nửa chu kỳ dương của U_v : T_1 thông, T_2 bị khóa, tụ C_3 nạp điện: $+V_1 \rightarrow T_1 \rightarrow C_3 \rightarrow R_L \rightarrow \text{mass}$.

Dòng nạp biến đổi theo quy luật của điện áp tín hiệu vào nên trên tải nhận được điện áp giống với nửa chu kỳ dương của điện áp U_v .

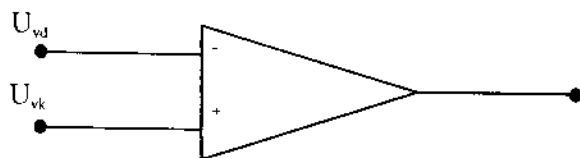
Ở nửa chu kỳ âm của U_v : T_1 khóa, T_2 thông, tụ C_3 phóng điện: $+C_3 \rightarrow T_2 \rightarrow \text{mass} \rightarrow R_L \rightarrow C_3$. Dòng phóng ngược chiều với dòng nạp. Dòng nạp và dòng phóng chảy qua R_L biến đổi theo quy luật của U_{be} của đèn T_1, T_2 . Trên R_L sẽ có điện áp tín hiệu biến đổi theo quy luật của tín hiệu vào, với công suất lớn hơn.

VIII. BỘ KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN

Ngày nay các mạch khuếch đại dùng IC, nhất là mạch khuếch đại dùng IC thuật toán, đã trở thành yếu tố quan trọng hàng đầu của tất cả các mạch tuyến tính. Phạm vi ứng dụng của chúng rất rộng, bao gồm cả bộ khuếch đại điện áp và công suất âm tần, các bộ tạo xung, các nguồn ổn áp, các mạch đo chính xác. Các ứng dụng của nó ngày càng mở rộng.

Những ưu điểm chính của việc ứng dụng mạch khuếch đại IC là thực hiện được phần lớn một chức năng nào đó, độ tin cậy cao, đơn giản trong thiết kế chế tạo mạch và trong sửa chữa. Ngoài ra chúng làm cho kích thước, trọng lượng và giá thành thiết bị giảm đi đáng kể.

Người thiết kế mạch cũng như người sửa chữa, nói chung thường không quan tâm đến sự tương tác của các phần tử bên trong mạch tích hợp, mà chỉ quan tâm đến các đặc tính bên ngoài của mạch, do vậy để kí hiệu bộ khuếch đại thuật toán, người ta thường sử dụng kí hiệu qui ước sau: (hình 2.35)



Hình 2.35: Kí hiệu khuếch đại thuật toán trong sơ đồ điện tử

Bộ khuếch đại thuật toán OA [Operational Amplifier] có hai đầu vào U_{vk} và U_{vl} , một đầu ra và các chân để đấu nguồn cung cấp. U_{vk} gọi là đầu vào không đảo, U_{vl} gọi là đầu vào đảo. Khi có tín hiệu vào đầu không đảo thì tín hiệu ra cùng pha với tín hiệu vào. Nếu tín hiệu đưa vào đầu vào đảo thì tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào. Đầu vào đảo thường dùng để thực hiện hồi tiếp âm bên ngoài OA.

Tất cả các bộ khuếch đại thuật toán đều có đặc điểm chung sau:

- Trở kháng vào rất lớn.
- Trở kháng ra rất nhỏ.
- Hệ số khuếch đại điện áp K_u rất lớn.

Vì những đặc điểm trên mà bộ khuếch đại thuật toán được dùng rộng rãi trong các mạch khuếch đại tuyến tính.

1. Bộ khuếch đại thuật toán 741

Bộ khuếch đại thuật toán 741 là bộ khuếch đại thuật toán dân dụng phổ biến nhất, nó được chế tạo trong các loại vỏ bọc khác nhau, có thể là hai hàng tám

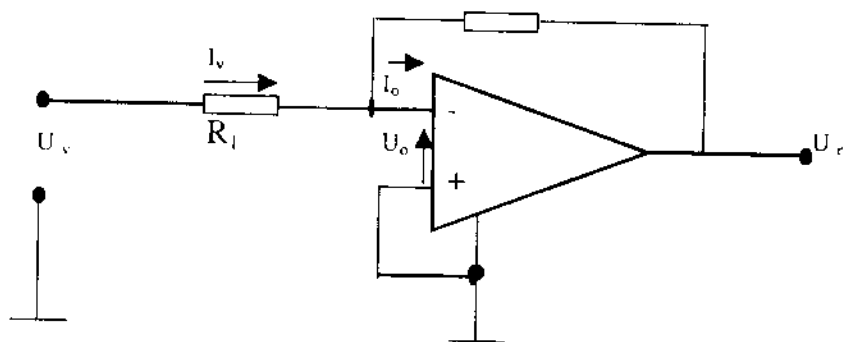
chân, hoặc hai hàng mười bốn chân hay hình trụ với tám chân... Các chức năng của từng chân đều được chỉ rõ trong các sách tra cứu.

Trong thực tế, để ổn định hệ số khuếch đại, mở rộng đặc tính tần số và nâng cao một số chỉ tiêu khác, người ta sử dụng hồi tiếp âm bên ngoài bộ khuếch đại thuật toán

Ta xét một số sơ đồ ứng dụng của khuếch đại thuật toán 741

2. Bộ khuếch đại đảo

Trên hình 2.36 là sơ đồ bộ khuếch đại đảo



Hình 2.36: Sơ đồ khuếch đại đảo

Bộ khuếch đại đảo có thực hiện hồi tiếp âm song song điện áp ra qua R_{ht} . Đầu vào không đảo được nối với điểm chung của sơ đồ (nối đất). Tín hiệu vào qua R_1 đặt vào đầu đảo của OA. Nếu coi OA là lý tưởng thì điện trở vào của nó vô cùng lớn $R_v \rightarrow \infty$, và dòng vào OA vô cùng bé $i_0 = 0$, khi đó $I_v = I_{ht}$. Từ đó ta có:

$$\frac{U_v - U_o}{R_1} = \frac{U_o - U_{ra}}{R_{ht}}$$

Khi $R \rightarrow \infty$, điện áp đầu vào $U_o = -U_r / R_{ht}$.

Do đó hệ số khuếch đại điện áp K_d của bộ khuếch đại đảo có hồi tiếp âm song song được xác định bằng tham số của các phần tử trong sơ đồ:

$$K_d = U_{ra} / U_v = -R_{ht} / R_1$$

Nếu chọn $R_{ht} = R_1$ thì $K_d = -1$, sơ đồ 2.36 có tính chất tăng đo lặp lại điện áp (đảo tín hiệu).

Vì $U_o \rightarrow 0$ nên $R_v = R_1$, khi $K \rightarrow \infty$ thì $R_r = 0$.

3. Bộ khuếch đại không đảo

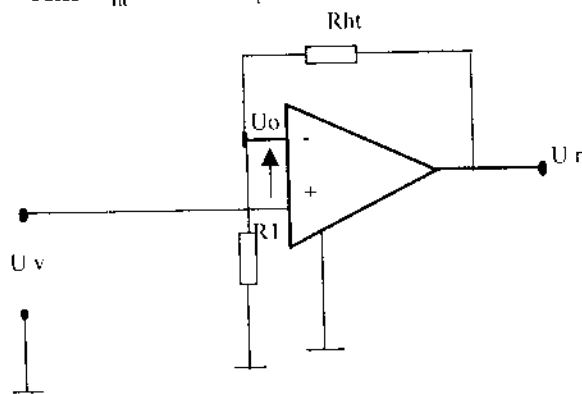
Bộ khuếch đại không đảo (hình 2.37) gồm có mạch hồi tiếp âm điện áp đặt vào đầu đảo, còn tín hiệu đặt tới đầu vào không đảo của OA. Vì điện áp giữa các đầu vào OA bằng 0 ($U_o = 0$) nên quan hệ giữa U_v và U_r xác định bởi:

$$U_v = U_i \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{ht}}$$

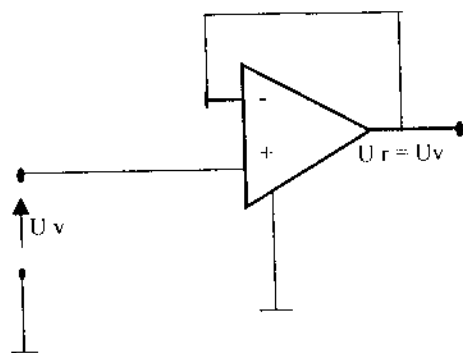
Hệ số khuếch đại không đảo có dạng:

$$K_k = 1 + R_{ht}/R_1$$

Khi $R_{ht} = 0$ và $R_1 = \infty$ thì ta có sơ đồ lặp lại điện áp (hình 2.37b) với $K_k = 1$.



Hình 2.37a: Sơ đồ khuếch đại



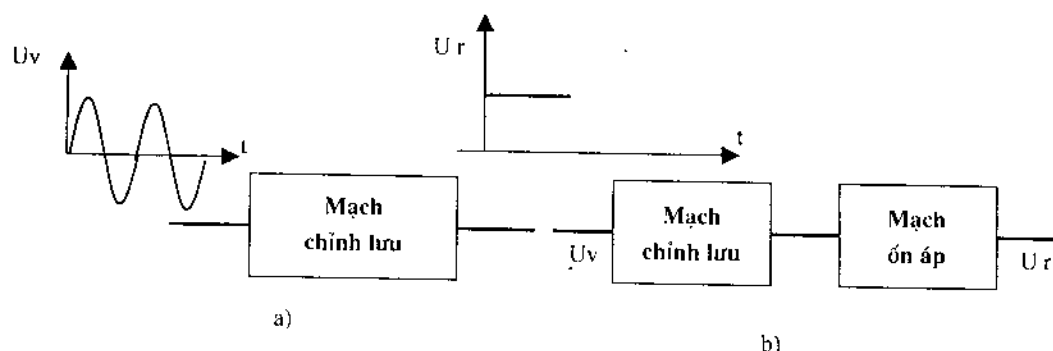
Hình 2.37b: Sơ đồ điện áp không đảo

IX. NGUỒN ĐIỆN THỨ CẤP

1. Khái niệm chung

Chúng ta đã biết rằng, xét về mặt năng lượng thì bản chất các mạch điện tử là biến đổi năng lượng của nguồn một chiều thành năng lượng tín hiệu cần có. Năng lượng một chiều có thể lấy từ các nguồn một chiều (pin, ắc qui), hoặc từ nguồn xoay chiều. Việc cấp nguồn tới các mạch điện trong máy có thể là trực tiếp hoặc thông qua một số mạch điện gọi là mạch cấp nguồn.

Thông thường mạch cấp nguồn một chiều có sơ đồ khối như hình 2.38:



Hình 2.38: Mạch chỉnh lưu và ổn áp

Điện áp xoay chiều (từ lưới điện công nghiệp) được hạ thế để chỉnh lưu thành điện áp một chiều cần thiết cấp cho máy. Để điện áp ra một chiều được ổn định, sau khi chỉnh lưu thường có mạch ổn áp. Ở một số máy có cả mạch ổn áp khi nguồn cấp lấy từ các nguồn một chiều.

2. Mạch chỉnh lưu nửa chu kì

Hình 2.39 trình bày sơ đồ mạch chỉnh lưu nửa chu kì.

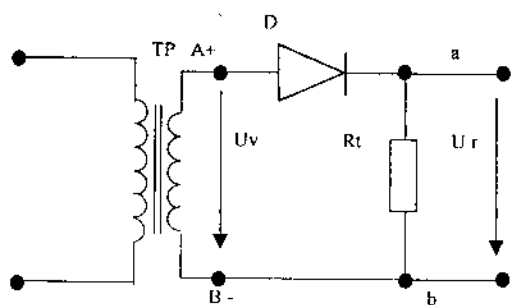
Qua biến áp TP, điện áp xoay chiều $U \sim$ từ lưới điện công nghiệp được hạ áp đến giá trị yêu cầu (U_v), U_v được đưa tới bộ chỉnh lưu. Diot bán dẫn D có tác dụng chỉ cho dòng điện đi qua khi nó được phân cực thuận (Anot dương hơn Katot).

Nguyên lý chỉnh lưu như sau:

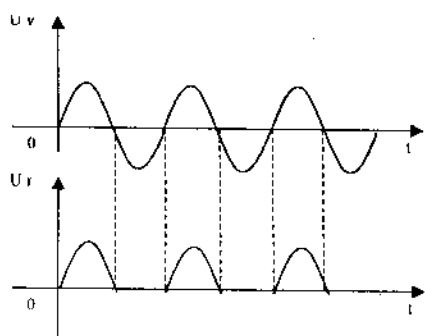
Ở nửa chu kì dương của điện áp vào U_v (điểm A có điện thế dương, điểm B có điện thế âm), diot thông. Dòng điện từ A $\rightarrow$ diot $\rightarrow R_t \rightarrow B$.

Ở nửa chu kì âm của U_v (điểm A có điện thế âm, điểm B có điện thế dương), diot tắt, dòng đi qua R_t bằng không.

Như vậy, dòng điện đi qua điện trở tải R_t chỉ trong một nửa chu kì của điện áp vào và có chiều từ a $\rightarrow$ b. Đồ thị thời gian của điện áp vào và điện áp ra của mạch chỉnh lưu thể hiện trên hình 2.40.



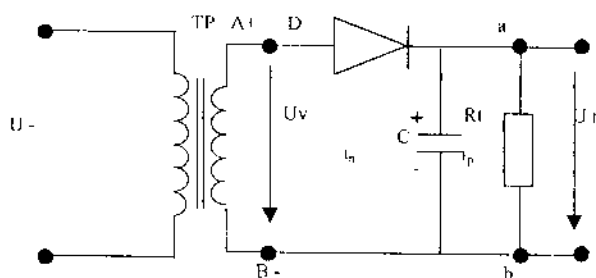
Hình 2.39: Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ



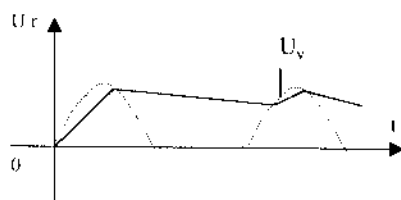
Hình 2.40: Điện áp ra của chỉnh lưu nửa chu kỳ

Từ đồ thị, ta thấy điện áp đầu ra của mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ là các bán kỳ dương của U_v .

Để cho điện áp ra hầu như là không đổi, người ta mắc song song với tải tụ lọc C có trị số lớn (Hình 2.41).



Hình 2.41: Chỉnh lưu có lọc



Hình 2.42: Điện áp ra đã lọc

Xét ảnh hưởng của tụ C trong mạch chỉnh lưu:

Ở các bán kỳ dương khi điện áp a nổi dương hơn ca tốt, đi ốt thông tụ C được nạp điện theo chiều từ A -> D -> C/R_L -> B.

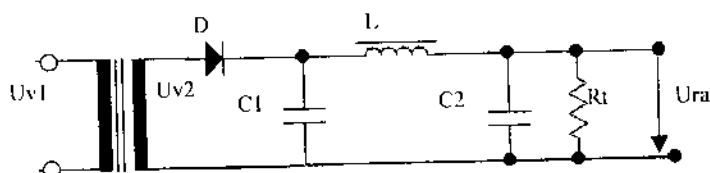
Do hằng số thời gian nạp của tụ: $t_n = C.R_{dt}$ nhỏ (trong đó R_{dt} là điện trở trong của đi ốt khi đi ốt dẫn dòng) nên tụ nạp nhanh - U_c tăng xấp xỉ với mức tăng của U_v . Vì vậy khi U_v giảm bé hơn U_c là đi ốt tắt, dòng tụ C phóng chậm qua R_L làm U_c giảm chậm. Tới chu kỳ tiếp sau quá trình trên lặp lại. Qua đồ thị U_{Ra} ta thấy:

- Thời gian dẫn dòng của đi ốt $< T/2$.
- Điện áp ra đã là điện áp một chiều không còn bị gián đoạn. Tụ C càng lớn mức nhấp nhô của điện áp ra càng nhỏ.

- Để điện áp ra ổn định hơn ta có thể sử dụng mạch lọc CLC mắc giữa đi ốt và tải như hình 2.43. Cuộn dây L có điện cảm lớn có tác dụng chống lại sự tăng dòng hay giảm dòng ra thì khi U_{C1} tăng lúc nạp hay U_{C1} giảm lúc phóng, còn tụ C_2 hỗ trợ thêm sự nạp phóng qua R_L do vậy U_{ra} được ổn định hơn nhiều.

- Theo mạch điện khi đi ốt cắt dòng nó phải chịu điện áp ngược cực đại $U_c = + U_{mv}$. Do đó để chọn đi ốt chỉnh lưu phải có 2 điều kiện:

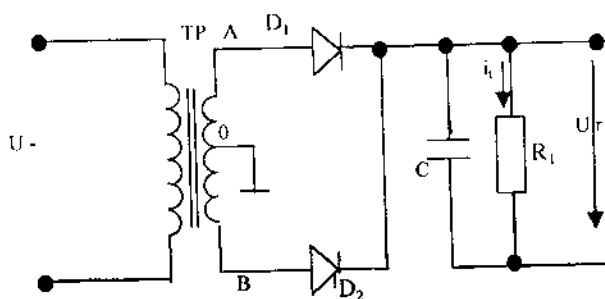
- Điện áp ngược cực đại $\geq 2 U_{mv}$.
- Dòng qua đi ốt > 2 lần I qua R_L .



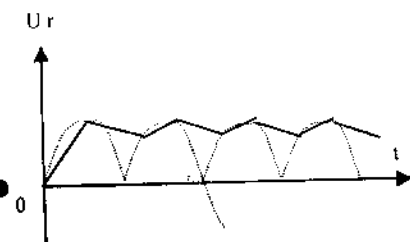
Hình 2.43: Mạch chỉnh lưu dùng mạch lọc hình pi

3. Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ

Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ chỉ sử dụng 1/2 chu kỳ của điện áp xoay chiều đầu vào, không tận dụng được công suất của nguồn. Để khắc phục ta có sơ đồ mạch chỉnh lưu cả chu kỳ như hình 2.44a.



Hình 2.44a: Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ



Hình 2.44b: Đồ thị thời gian của mạch chỉnh lưu cả chu kỳ

Biến thế T_p có tác dụng như ở mạch trên, nhưng ở đây cuộn thứ cấp có điểm giữa 0.

Tại nửa chu kỳ dương của điện áp vào, điểm A có điện thế dương và B có điện thế âm so với điểm 0. D_1 thông, D_2 tắt. Dòng điện chạy từ $A \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow 0$.

Tại nửa chu kỳ âm của điện áp vào, điểm A có điện thế âm và điểm B có điện thế dương so với điểm 0. D_1 tắt, D_2 thông. Dòng điện chạy từ $B \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow 0$.

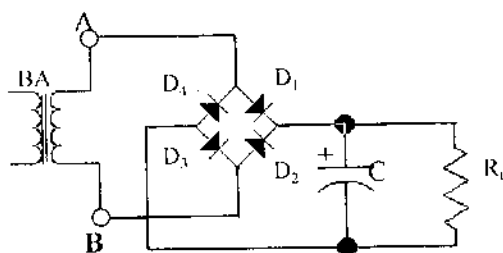
Như vậy, ở cả hai nửa chu kỳ của điện áp vào, trên tải đều có dòng điện chạy qua và chỉ theo một chiều (hình 2.44a).

Hình 2.44b là đồ thị thời gian của mạch chỉnh lưu cả chu kỳ. Ta thấy, điện áp ra của mạch này không có thời gian gián đoạn như mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ, có nghĩa là trên R_L luôn tồn tại điện áp một chiều trong cả chu kỳ của U_v .

Để điện áp ra ổn định và bằng phẳng hơn ta thường mắc tụ C song song với tải (hình 2.44a). Trong trường hợp này, điện áp ra một chiều sẽ có dạng như chỉ ra trên hình 2.44b, dạng răng cưa như đường A trên sơ đồ.

4. Mạch chỉnh lưu cầu

Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ, yêu cầu điện áp đầu vào hoàn toàn đối xứng nên việc chế tạo biến thế là khó khăn, biến thế to, nặng hơn. Chính vì vậy, người ta hay sử dụng mạch chỉnh lưu cầu (hình 2.45).



Hình 2.45: Mạch chỉnh lưu cầu

Giả sử ở nửa chu kỳ dương của U_v , điểm A có điện thế dương hơn điểm B, các di ốt D_1 và D_3 thông, còn D_2 và D_4 đóng. Dòng điện chạy từ $A \rightarrow D_1 \rightarrow R_L \rightarrow D_3 \rightarrow B$.

Ở nửa chu kỳ âm của U_v , điện thế điểm A âm hơn điện thế điểm B, các di ốt D_1 và D_3 đóng, các di ốt D_2 và D_4 thông, dòng điện chạy từ $B \rightarrow D_2 \rightarrow R_L \rightarrow D_4 \rightarrow A$.

Như vậy, ở cả chu kỳ của điện áp đầu vào đều có dòng điện chạy qua R_L theo một chiều từ a $\rightarrow$ b (hình 2.45).

Đồ thị thời gian của mạch chỉnh lưu cầu cũng có dạng như hình 2.44b. để điện áp ra ổn định hơn thường mắc thêm tụ C song song với R_L như các mạch trước.

Để đảm bảo tính đối xứng của mạch, yêu cầu khả năng dẫn dòng của 4 di ốt phải giống nhau, hay nói cách khác, điện trở thuận của 4 di ốt phải bằng nhau.

Ưu điểm của mạch chỉnh lưu cầu so với mạch chỉnh lưu cả chu kỳ dùng hai di ốt là:

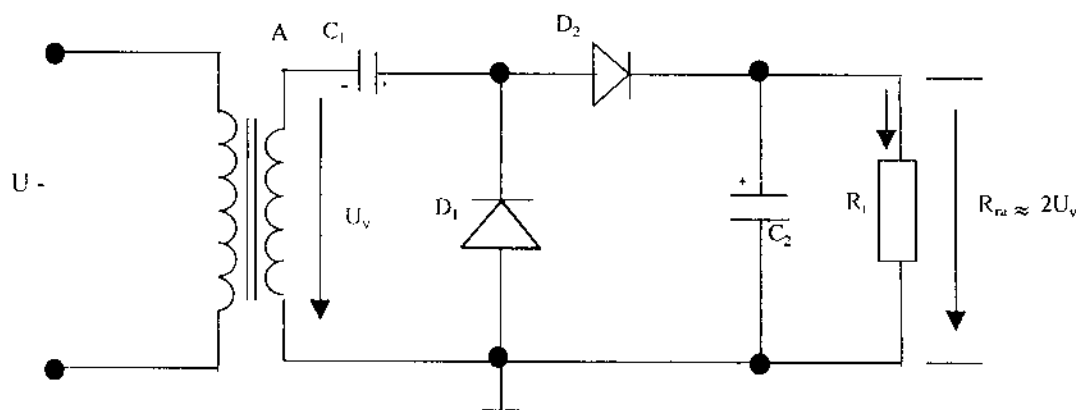
- Cuộn thứ cấp của biến thế giảm được $1/2$ làm cho biến thế nhỏ gọn hơn.
- Điện áp ngược đặt lên mỗi đi ốt cũng giảm 2 lần (bằng U_v).

5. Chỉnh lưu nhân áp (mạch bội áp)

Trong trường hợp điện áp xoay chiều đưa vào bộ chỉnh lưu thấp nhưng đòi hỏi điện áp một chiều sau chỉnh lưu có giá trị cao ta sử dụng bộ chỉnh lưu bội áp. Chỉnh lưu bội áp có thể thực hiện nhân 2, nhân 3...

Hình 2.46 và 2.47 là bộ chỉnh lưu nhân đôi điện áp.

5.1. Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp



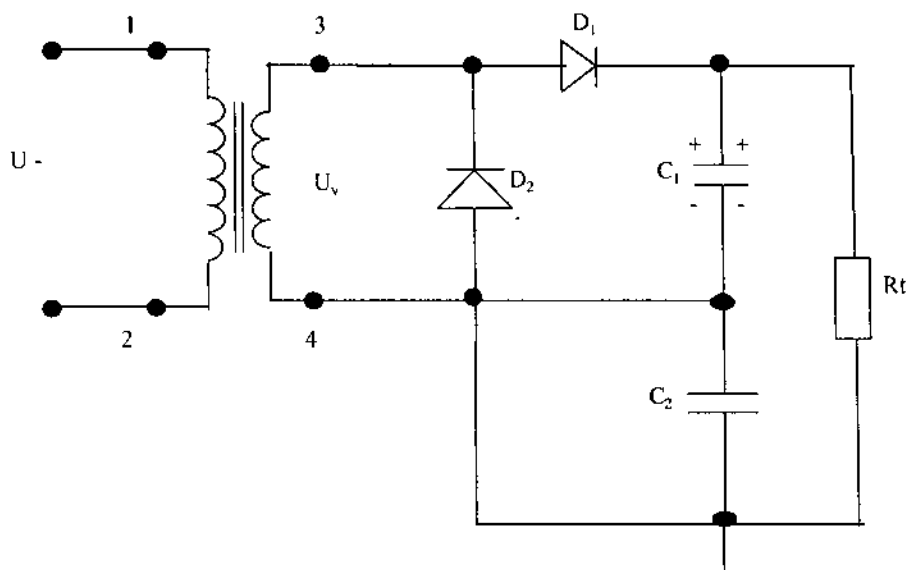
Hình 2.46: Mạch chỉnh lưu nhân áp

* Loại thứ nhất - xem hình 2.46.

Ở một phần các bán kỳ âm D_1 dẫn dòng tụ C_1 được nạp nhanh tới $U_{C1} = U_v$.

Ở một phần các bán kỳ dương anốt D_2 chịu điện áp $U_{aD2} = U_v + U_{C1} \approx 2 U_v$ khi D_2 dẫn dòng C_2 được nạp tới điện áp $U_{C2} \approx 2U_v$. Vậy điện áp ra đã được nhân 2.

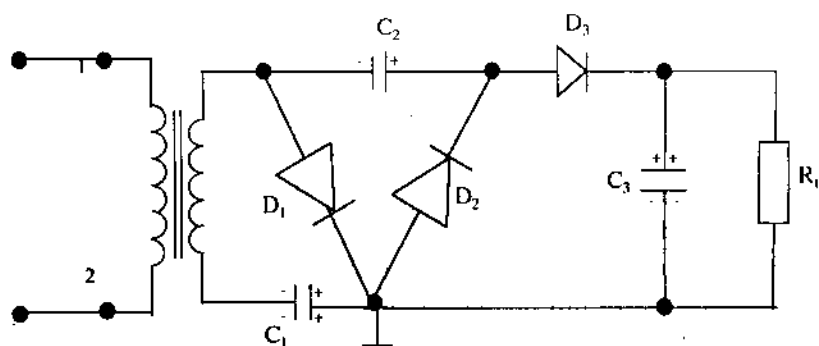
* Loại thứ 2 - xem hình 2.47.



Hình 2. 47: Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp loại 2

Ở 1 phần các bán kỳ dương khi $U_v > U_{c1}$, D_1 dẫn dòng tụ C_1 được nạp tới $U_{c1} \approx U_{mv}$.

5.2. Mạch chỉnh lưu nhân ba (H.2.48)



Hình 2.48: Mạch chỉnh lưu nhân ba điện áp

6. Khái niệm về ổn định điện áp một chiều

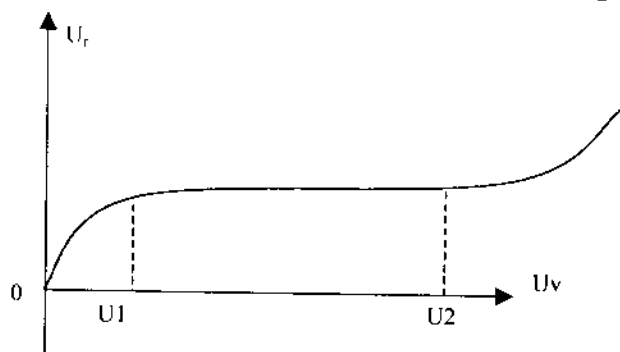
Từ nguyên lý làm việc của mạch chỉnh lưu, ta thấy rằng điện áp một chiều ở đầu ra bộ chỉnh lưu không hoàn toàn bằng phẳng, mà dao động quanh giá trị trung bình U_o nào đó, kể cả trường hợp ta chọn tụ điện C có giá trị khá lớn. Mặt khác khi giá trị điện áp đầu vào mạch chỉnh lưu thay đổi hoặc điện trở tải thay

đổi đều dẫn tới sự thay đổi điện áp một chiều ở đầu ra mạch chỉnh lưu. Trong khi đó các thiết bị điện tử cũng như các thiết bị đo lường đòi hỏi nguồn điện một chiều cung cấp cho nó phải ổn định. Do đó người ta phải thực hiện ổn định điện áp một chiều sau khi chỉnh lưu.

Thiết bị ổn áp là thiết bị luôn duy trì một điện áp không đổi ở đầu ra, khi điện áp đầu vào hoặc tải thay đổi trong phạm vi cho phép. Mạch điện thực hiện các chức năng ổn áp được gọi là mạch ổn áp.

Nếu điện áp ở đầu vào và đầu ra của bộ ổn áp (thiết bị ổn áp) đều là điện áp xoay chiều, thì bộ ổn áp đó gọi là ổn áp xoay chiều. Nếu điện áp đầu vào và đầu ra của bộ ổn áp đều là điện áp một chiều ta có bộ ổn áp một chiều. Trong chương trình môn học này ta chỉ xét các bộ ổn áp một chiều, bộ ổn áp xoay chiều được nghiên cứu trong giáo trình khác.

Đặc tuyến của bất kỳ một bộ ổn áp một chiều nào đều có dạng như hình 2.49

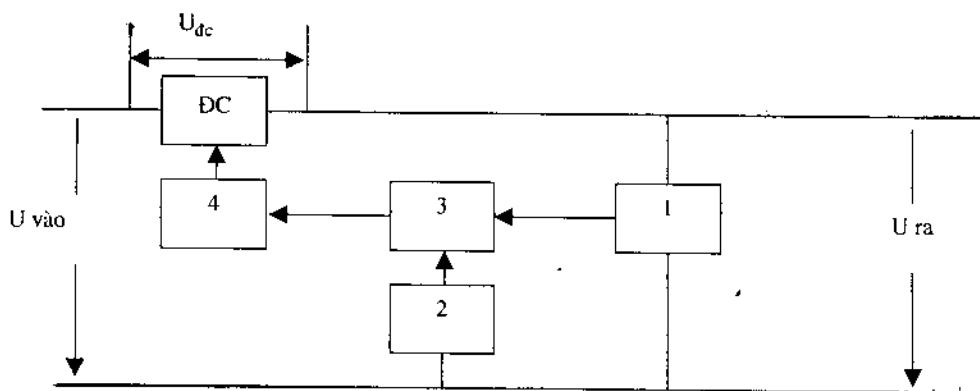


Hình 2.49: Đặc tuyến của bộ ổn áp một chiều

Từ hình 2.49 ta thấy, nếu điện áp đầu vào $U_{\text{vào}} < U_1$ hoặc $U_{\text{vào}} > U_2$, thì khi điện áp đầu vào thay đổi, điện áp đầu ra cũng thay đổi, nên trong các miền này bộ ổn áp không có tác dụng ổn áp. Nếu điện áp $U_1 < U_{\text{vào}} < U_2$ thì khi điện áp đầu vào thay đổi, điện áp đầu ra hầu như không thay đổi, bộ ổn áp có tác dụng ổn áp. Bởi mỗi bộ ổn áp chỉ có tác dụng ổn áp khi điện áp vào thay đổi trong một phạm vi nhất định. Dải biến thiên của giá trị điện áp đầu vào mà điện áp đầu ra của bộ ổn áp hầu như không đổi gọi là dải làm việc của bộ ổn áp, dải làm việc của bộ ổn áp càng lớn càng tốt.

6.1. Mạch ổn áp kiểu bù

Sơ đồ khối tổng quát của mạch ổn áp liên tục kiểu bù được vẽ như hình 2.50



Hình 2.50: Sơ đồ khối mạch ổn áp kiểu bù

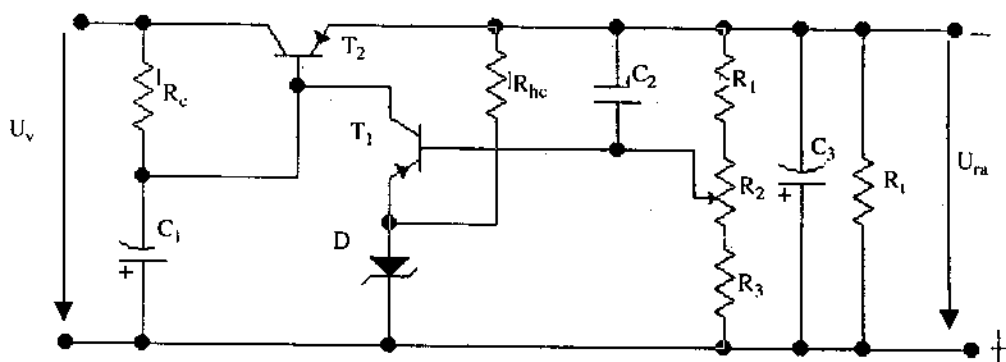
Trong đó DC là khối điều chỉnh chịu điện áp U_{dc} được tự động điều chỉnh để bù lại sự thay đổi của điện áp đầu vào hay dòng tải giữ cho điện áp ra ổn định

$$U_{ra} = U_v - U_{dc}$$

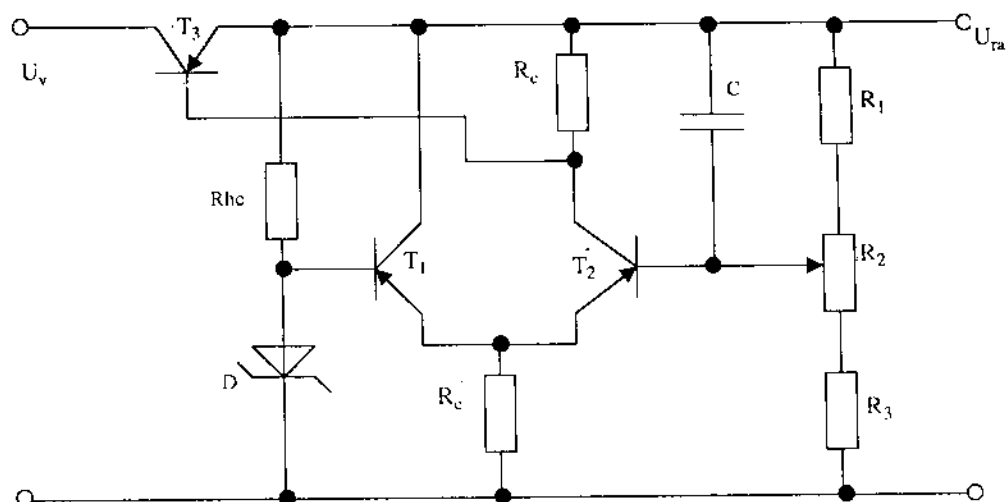
- Khối 1 là khối lấy mẫu để lấy một phần điện áp ra đưa tới mạch so sánh: U_m tỉ lệ với U_{ra} . Khối 2 tạo điện áp chuẩn U_{ch} không phụ thuộc vào U_v hay U_{ra} . Khối 3 mạch so sánh để so sánh U_m với U_{ch} tạo ra điện áp sai lệch ΔU . Khối 4 khuếch đại ΔU để tăng tác dụng điều chỉnh đưa đến khối DC.

Nguyên lý làm việc tổng quát của mạch như sau:

Nếu U_v hay dòng tải thay đổi bước đầu làm U_{ra} thay đổi đưa vào mạch so sánh tạo ra ΔU thay đổi. ΔU được khuếch đại để tăng tác dụng điều chỉnh đưa tới khối DC làm thay đổi điện trở tương đương của DC do đó điện áp tạo nên trên DC sẽ thay đổi để bù lại sự thay đổi của U_v hay I_t làm cho U_{ra} được tự động duy trì giá trị ổn định.



Hình 2.51: Mạch ổn áp kiểu bù dùng transistor



Hình 2.52a: Ổn áp dùng khuếch đại vi sai

Một trong các mạch điện ổn áp kiểu bù được vẽ ở hình 2.51. Trong đó T_2 là transistor công suất lớn chịu sự điều khiển của T_1 . Mạch gồm R_{hc} và D là mạch ổn áp tham số tạo điện áp chuẩn E_{ch} ở cực e T_1 . Nhóm R_1, R_2, R_3 là mạch phân áp để nhận một phần điện áp kí hiệu U_{ht} đưa tới mạch so sánh với $|-U_{ht}| > E_{ch}$ để T_1 luôn luôn dẫn dòng. Kết quả so sánh được $U_{bc} T_1 = -U_{ht} + E_{ch} < 0$, điện áp này được T_1 khuếch đại để điều khiển T_2 . Nguyên lí làm việc của mạch như sau:

- Nếu U_v tăng hay I_{rt} giảm, sẽ làm U_{ra} tăng hay $\{-U_{ht}\}$ tăng do đó $-U_{bc} T_1 = -U_{ht} + R_{ch}$ có giá trị âm lớn hơn làm $I_c T_1$ tăng qua R_c làm U_{Rc} tăng làm $-U_{bc} T_2 = \{+U_{Rc} - E_c\}$ giảm làm cho I qua T_2 giảm có tác dụng như tăng nội trở của T_2 làm U_{dc} tăng.

Cuối cùng: $U_{Ra} = U_v \uparrow - U_{dc} \uparrow$ nên U_{ra} giảm về giá trị ổn định.

Nếu U_{ra} giảm quá trình tự điều chỉnh xảy ra ngược lại: U_{ra} giảm $\rightarrow \{-U_{ht}$ giảm $\rightarrow \{-U_{bc} T_1\}$ giảm $\rightarrow I_c T_1$ giảm $\rightarrow U_{Rc}$ giảm $\rightarrow \{-U_{bc} T_2\} = +U_{Rc}$ giảm $- E_c$ làm tăng $I_c T_2$ có tác dụng như giảm R_{dc} . Vậy U_{dc} giảm. Kết quả $U_{Ra} = U_v \downarrow - U_{dc} \downarrow$ vẫn giữ ổn định. Trong mạch còn có C_1 lọc nhiễu xung ở cực b T_2 và C_2 lọc nhiễu xung ở b T_1 và C_3 lọc nhiễu cho U_{Ra} .

Chiết áp R_2 để đặt mức điện áp ra.

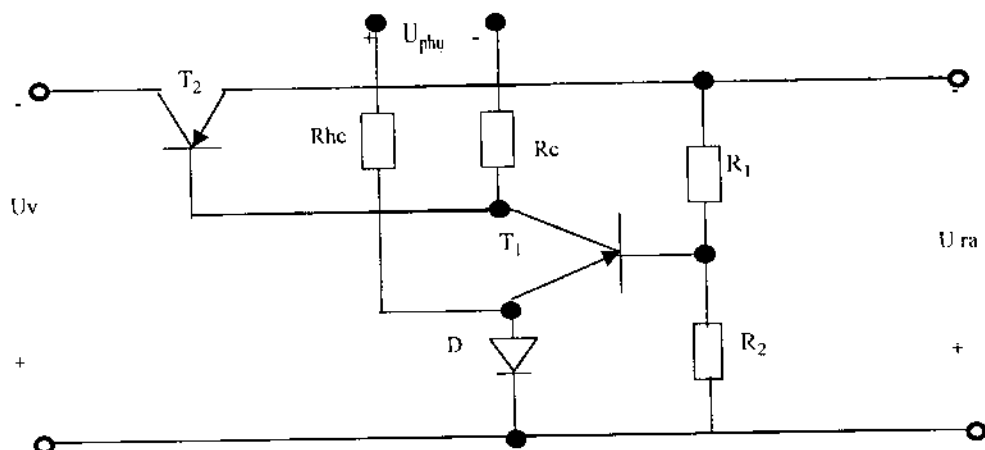
Nhược điểm của mạch ổn áp trên là phạm vi ổn áp còn hẹp. Khi nhiệt độ thay đổi làm dòng qua transistor thay đổi nên U_{Ra} cũng bị thay đổi theo.

Để nâng cao chất lượng ổn định của bộ ổn áp có thể dùng những biện pháp sau đây:

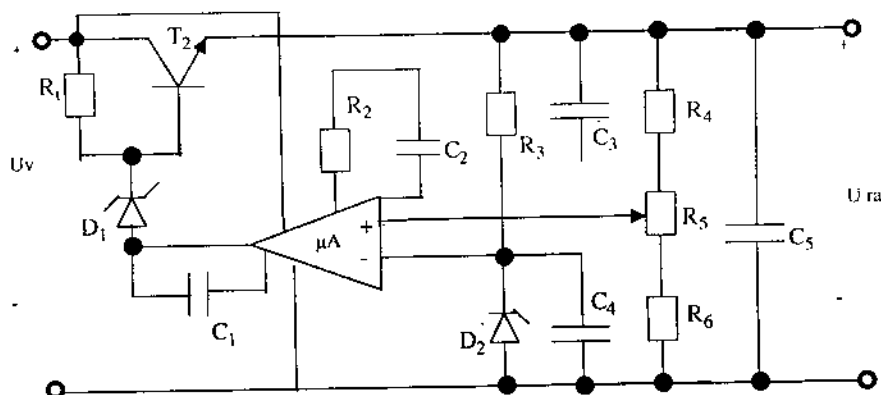
+ Tăng hệ số khuếch đại bằng cách dùng 2 hay 3 tầng khuếch đại hoặc thay T_2 bằng transistor mắc tổ hợp để có β lớn cỡ $10^3 - 10^4$.

+ Khử độ trôi điện áp do việc dùng bộ khuếch đại ghép trực tiếp bằng cách dùng sơ đồ khuếch đại vi sai có bù nhiệt (hình 2.52a).

Điện áp ổn định do D tạo ra được đưa vào B_1 của T_1 ; điện áp hồi tiếp đưa vào B_2 của T_2 , điện áp ra của mạch khuếch đại vi sai lấy trên Colectơ của T_2 (đầu ra không đối xứng) đưa vào khối chế T_3 . Do mạch vi sai có độ trôi theo nhiệt độ rất nhỏ nên chất lượng ổn định được tăng lên.



Hình 2.52b: Ổn áp dùng nguồn phụ



Hình 2.52c: Ổn áp dùng vi mạch

+ Dùng nguồn một chiều ổn định phụ U_{phu} để cung cấp cho T_1 nguồn này ổn định theo sự biến thiên của tải và nguồn nên chất lượng ổn định tăng lên (hình 2.52b).

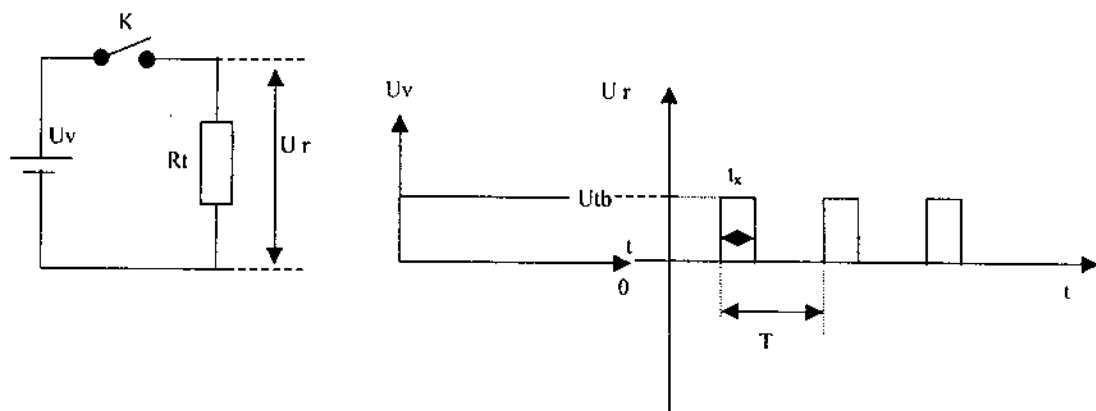
+ Dùng bộ khuếch đại thuật toán (hình 2.52.c) minh hoạ kiểu mạch này dùng vi mạch $\mu A 741$ thay cho tầng khuếch đại dùng T_1 . Do vi mạch có hệ số khuếch đại lớn, ổn định điện áp một chiều cho đầu vào không đảo. Điện áp ra của $\mu A 741$ được đưa vào không chế T.D₁ là đèn ổn áp có tác dụng định mức điện áp từ đầu ra của $\mu A 741$ vào Bazơ của transistor T.

Ưu điểm chung của các bộ ổn áp theo phương pháp bù liên tục là chất lượng ổn định cao và cho phép thay đổi được mức điện áp ra trong một dải nhất định. Tuy nhiên hiệu suất năng lượng thấp (dưới 50%) do tổn hao công suất của nguồn một chiều trên bộ ổn định tương đối lớn. Để nâng cao chất lượng ổn áp, đặc biệt là khi dải điều chỉnh điện áp ra lớn, độ ổn định của điện áp cũng như nâng cao hiệu suất năng lượng, hiện nay người ta sử dụng phương pháp ổn áp bù không liên tục (hay thường gọi là ổn áp xung).

6.2. Mạch ổn áp theo nguyên lý xung

Các mạch ổn áp đã nghiên cứu ở trên có nhược điểm là đèn ổn áp làm việc liên tục nên năng lượng tổn hao lớn, tuổi thọ giảm, hơn nữa điện áp cần được ổn định được cấp qua điện trở phân dòng cho đèn ổn áp nên khả năng ổn áp của mạch không cao. Để khắc phục người ta sử dụng mạch ổn áp theo nguyên lý xung. Ở đây phân tử hiệu chỉnh (đèn ổn áp) là loại mạch làm việc theo chế độ đóng, mở.

Để đơn giản trong việc xét nguyên lý làm việc chung của mạch, ta xét mạch điện hình 2.53.



Hình 2.53: Sơ đồ mạch tạo xung đơn giản

Đó là mạch có khoá đóng, mở theo chu kì T. Nếu điện áp lối vào là điện áp một chiều U_v thì ở lối ra nhận được điện áp có dạng xung chữ nhật. Giá trị trung bình của điện áp ra bằng:

$$U_{tb} = \frac{U_v \cdot t_x}{T} = \frac{U_v}{Q}$$

Trong đó t_x là thời gian khoá ở trạng thái đóng và:

Q là độ rộng xung $Q = \frac{T}{t_x}$

Khi U_v thay đổi ta tìm cách thay đổi Q cùng hướng và cùng tỉ lệ tương ứng, thì sẽ giữ được U_{tb} là không đổi. Tương tự như vậy nếu điện áp vào một chiều có gợn sóng bất kì ta cũng có thể điều chỉnh thời gian đóng mở cửa khoá K sao cho khi điện áp vào thay đổi thì giá trị trung bình của điện áp ra không thay đổi.

Từ biểu thức trên thấy rằng, để giữ cho U_{tb} không thay đổi khi U_v thay đổi có thể điều chỉnh giá trị Q bằng các phương pháp sau:

1. Điều chế độ rộng xung

Thay đổi thời gian đóng t_x của khoá K (hoặc thời gian ngắt $t_p = T - t_x$). Khi tần số (hoặc chu kì) đóng mở cửa khoá K là không đổi.

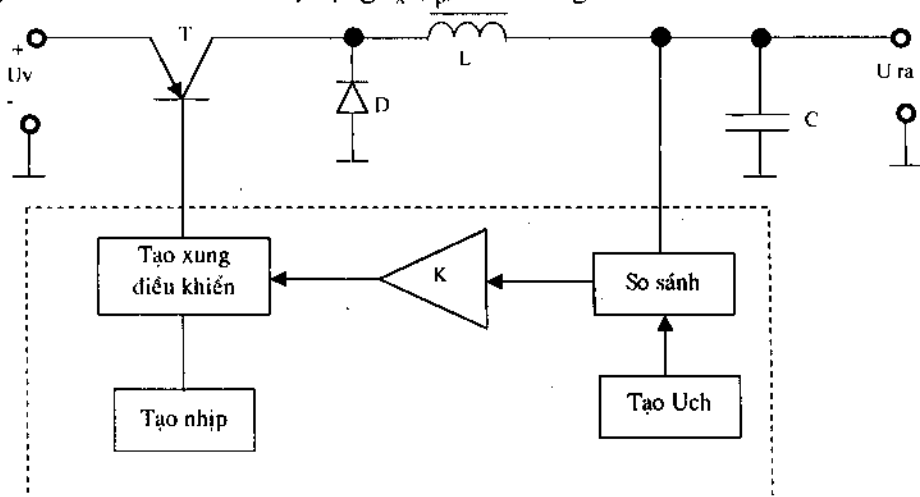
Thí dụ: Khi U_v tăng phải giảm t_x .

2. Điều chế tần số xung

Thay đổi chu kì T, giữ nguyên giá trị t_x hoặc t_p .

3. Điều chế tổng hợp

Thay đổi cả chu kì T và độ rộng t_x (t_p) của xung



Hình 2.54: Bộ ổn áp xung theo phương pháp điều chỉnh độ rộng xung

Nếu khoá K là lí tưởng (điện trở trạng thái đóng bằng 0, ở trạng thái mở bằng vô cùng) thì trên khoá không tổn hao. Song thực tế ở các khoá bao giờ cũng có tổn hao nhưng không đáng kể. Chính vì vậy các mạch ổn áp theo nguyên lí xung đạt hiệu suất cao tới 80 - 85%.

Sau đây sẽ phân tích sơ đồ khối của mạch ổn áp xung theo phương pháp điều chỉnh độ rộng xung.

Sơ đồ khối của phương pháp này cho trên hình 2.54.

Đặc điểm kết cấu của phương pháp này là transistor chuyển mạch T, cuộn chặn L và tải mắc nối tiếp nhau, đi ốt mắc song song với tải.

Transistor T làm việc như một khoá điện tử mở hoặc ngắt với tần số không đổi (khoảng 20 KHz) do khối tạo xung nhịp của phần điều khiển tạo ra. Phần điều khiển thực hiện việc so sánh điện áp ra U_{Ra} với một điện áp chuẩn U_{ch} (do khối tạo điện áp chuẩn tạo ra), kết quả sai lệch được khối K khuếch đại sau đó điều chế độ rộng xung để tạo ra xung vuông có độ rộng thay đổi (tại khối tạo xung điều khiển) trước khi đưa tới khoá transistor để điều tiết khoảng thời gian mở của nó. Trong khoảng thời gian nghỉ của xung điều khiển, dòng điện ra được đảm bảo nhờ tụ lọc C và cuộn chặn L. Đi ốt D dùng để ngăn ngừa việc xuất hiện điện áp tự cảm trên L quá lớn của transistor chuyển từ mở sang ngắt, do đó bảo vệ được transistor.

Câu hỏi và bài tập

1. Mạch khuếch đại là gì? Phân loại khuếch đại, các chỉ tiêu chính của mạch khuếch đại.
2. Nêu các cách điều khiển transistor.
3. Trình bày về các mạch cung cấp thiên áp cho tầng khuếch đại.
4. Hồi tiếp là gì? Ảnh hưởng của hồi tiếp tới các chỉ tiêu của bộ khuếch đại.
5. Trình bày về mạch ghép RC.
6. Trình bày về các mạch khuếch đại công suất đơn, công suất đẩy kéo.
7. Nêu các tham số và ứng dụng của bộ khuếch đại thuật toán. Phân tích một vài ứng dụng của nó.
8. Hãy phân tích mạch chỉnh lưu cầu, vai trò của bộ lọc trong nguồn thứ cấp.
9. Phân tích mạch ổn áp bù dùng transistor.
10. Phân tích nguyên tắc hoạt động của mạch ổn áp xung.

Chương 3

KỸ THUẬT SỐ

I. HỆ ĐẾM VÀ MÃ

1. Khái niệm về hệ đếm

Hệ đếm là tổ hợp các qui tắc gọi và biểu diễn các con số có giá trị xác định.

Chữ số là những ký hiệu dùng để biểu diễn một con số.

Có hệ thống đếm theo vị trí và hệ thống đếm không theo vị trí. (Hệ đếm mười dùng chữ số Ả Rập và hệ đếm theo chữ số La mã).

2. Chuyển đổi số giữa các hệ đếm

2.1. Chuyển đổi số từ hệ thập phân sang hệ nhị phân

+ Chuyển đổi số nguyên: Lấy số cần đổi chia liên tiếp cho 2. Khi chia chỉ lấy thương là số nguyên. Chia cho tới khi nhận được kết quả phép chia là không thì nhị phân nhận được là các số dư của các phép chia và đọc từ dưới lên.

Ví dụ: Cần chuyển đổi số 19 hệ thập phân sang hệ nhị phân ta thực hiện như sau:

$$19:2=9 \text{ dư } 1$$

$$9:2=4 \text{ dư } 1$$

$$4:2=2 \text{ dư } 0$$

$$2:2=1 \text{ dư } 0$$

$$1:2=0 \text{ dư } 1$$

Kết quả :19 ở hệ thập phân bằng 10011 hệ nhị phân

Tương tự ta có $(9)_{10} = (1001)_2$

$$(21)_{10} = (10101)_2$$

+ Chuyển đổi số sau dấu phẩy: Lấy số cần chuyển đổi nhân với 2 được tích số. Lấy số trước dấu phẩy của tích làm chữ số của hệ 2. (Chữ số sau dấu phẩy của tích đầu tiên được viết ngay sau dấu phẩy). Lại lấy phần tích sau dấu phẩy nhân với 2 và lại làm như trên ta được chữ số nhị phân tiếp theo.

Ví dụ: $(0,75)_{10}$ đổi sang hệ nhị phân.

$$\begin{array}{rcl}
 0,75 \times 2 & = & 1,5 \quad (0, 1 \ 1)_2 \\
 & \swarrow & \uparrow \\
 0,5 \times 2 & = & 1,0
 \end{array}$$

Như vậy $(0,75)_{10} = (0,11)_2$ Và như vậy $(0,35)_{10} = 0,01$ ở hệ nhị phân

$$\begin{array}{rcl}
 0,35 \times 2 & = & 0,7 \quad (0, 0 \ 1)_2 \\
 & \swarrow & \uparrow \\
 0,7 \times 2 & = & 1,4
 \end{array}$$

và $(0,7)$ ở hệ thập phân $\approx (0,11)$ hệ nhị phân.

2.2. Chuyển đổi số từ hệ nhị phân về hệ thập phân

+ Chuyển đổi số nguyên

Ví dụ 1: $(1010)_2 = (?)_{10}$

Ta có:

$$\begin{array}{ccccccc}
 & 1 & 0 & 1 & 0 & & \\
 & | & | & | & | & & \\
 & | & | & | & | & \rightarrow & 0.2^0 = 0 \\
 & | & | & | & | & \rightarrow & 1.2^1 = 2 \\
 & | & | & | & | & \rightarrow & 0.2^2 = 0 \\
 & | & | & | & | & \rightarrow & 1.2^3 = 8 \\
 & & & & & & = (10)_{10}
 \end{array}$$

Ví dụ 2: $(11011)_2 = (?)_{10}$

Ta có: 1 1 0 1 1

$$1.2^4 + 1.2^3 + 0.2^2 + 1.2^1 + 1.2^0$$

$$16 + 8 + 0 + 2 + 1 = (27)_{10}$$

+ Chuyển đổi phần sau dấu phẩy

Ví dụ 1: $(0,100)_2 = (?)_{10}$

$$\begin{array}{ccc}
 & \swarrow & \searrow & \swarrow \\
 & 1.2^{-1} & + 0.2^{-2} & + 0.2^{-3} \\
 \\
 \frac{1}{2} & + 0 & + 0 & = \frac{1}{2} = (0,5)_{10}
 \end{array}$$

Ví dụ 2: $(0, 1 \ 1)_2 = (?)_{10}$

$$\begin{array}{c} \downarrow \quad \swarrow \\ 1.2^{-1} + 1.2^{-2} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} = 0,5 + 0,25 = (0,75)_{10} \end{array}$$

3. Mã BCD (Binary Codec Decimal)

- Định nghĩa: Mã BCD là mã dùng bốn bit để biểu diễn một chữ số thập phân tương ứng.

- Có 10 chữ số thập phân từ 0 đến 9, vì vậy có mã BCD chuẩn tương ứng như sau:

0 mã BCD là 0000

5 mã BCD là 0101

1 mã BCD là 0001

6 mã BCD là 0110

2 mã BCD là 0010

7 mã BCD là 0111

3 mã BCD là 0011

8 mã BCD là 1000

4 mã BCD là 0100

9 mã BCD là 1001

- Một số ở hệ thập phân được biểu diễn bằng mã BCD như sau:

Ví dụ $(75)_{10} = (0111 \ 0101)_{BCD}$

$(309)_{10} = (0011 \ 0000 \ 1001)_{BCD}$

- Từ mã BCD đổi về hệ thập phân:

Ví dụ: $(0110 \ 0100)_{BCD} = (64)_{10}$

Ví dụ: $(1000 \ 0010)_{BCD} = (82)_{10}$

II. CÁC CỔNG LOGIC CƠ BẢN

1. Các hàm logic cơ bản

Trong đại số logic có các hàm logic cơ bản như sau:

1.1. Hàm AND (hàm nhân logic)

Hàm gồm 2 biến vào là x_1 và x_2 . Mối quan hệ giữa hàm và biến được biểu diễn như sau: $F(x_1) = x_1 \cdot x_2$

Biến và hàm trong đại số logic chỉ nhận hai giá trị là 0 và 1, vì vậy với hàm AND ta có giá trị hàm theo giá trị biến như sau:

$x_1 = 0, \quad x_2 = 0$ ta có $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2 = 0 \cdot 0 = 0$

$x_1 = 0, \quad x_2 = 1$ ta có $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2 = 0 \cdot 1 = 0$

$x_1 = 1, \quad x_2 = 0$ ta có $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2 = 1 \cdot 0 = 0$

$x_1 = 1, \quad x_2 = 1$ ta có $f(x_1, x_2) = x_1 \cdot x_2 = 1 \cdot 1 = 1$

Như vậy hàm AND chỉ có giá trị bằng 1 khi tất cả các biến của hàm có giá trị bằng 1.

1.2. Hàm OR (hàm cộng logic)

Hàm gồm hai biến vào x_1 và x_2 . Mối quan hệ giữa hàm và biến được biểu diễn như sau:

$$f(x_i) = x_1 + x_2$$

Cụ thể:

Nếu $x_1 = 0, x_2 = 0$ ta có $f(x_i) = x_1 + x_2 = 0$

Nếu $x_1 = 0, x_2 = 1$ ta có $f(x_i) = x_1 + x_2 = 1$

Nếu $x_1 = 1, x_2 = 0$ ta có $f(x_i) = x_1 + x_2 = 1$

Nếu $x_1 = 1, x_2 = 1$ ta có $f(x_i) = x_1 + x_2 = 1$

Hàm OR chỉ có giá trị bằng 0 khi tất cả các biến vào đều bằng 0.

1.3. Hàm NOT (hàm đảo logic)

Hàm có một biến vào. Mối quan hệ giữa hàm và biến được biểu diễn như sau:

$$f(x) = x$$

Cụ thể $x = 0$ thì $f(x) = 1$

$x = 1$ thì $f(x) = 0$

Từ ba hàm cơ bản trên ta có thêm các hàm hai biến vào sau:

- Hàm NAND còn gọi là hàm “và đảo”. Giá trị của hàm bằng giá trị đảo của hàm AND.

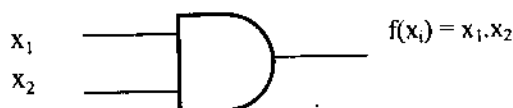
- Hàm NOR còn gọi là hàm “cộng đảo”. Giá trị của hàm bằng giá trị đảo của hàm OR.

2. Các cổng logic cơ bản

2.1. Cổng AND (cổng nhân logic) Hình 3.1

Dùng để thực hiện hàm logic AND ($f(x_i) = x_1 \cdot x_2$)

Sơ đồ ký hiệu:

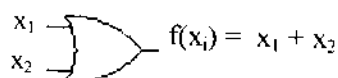


Hình 3.1

2.2. Cổng OR (cổng cộng logic) Hình 3.2

Dùng để thực hiện hàm logic OR ($f(x_i) = x_1 + x_2$)

Sơ đồ ký hiệu:

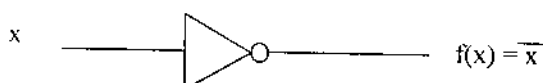


Hình 3.2.

2.3. Cổng NOT (cổng đảo logic)

Dùng để thực hiện hàm NOT ($f(x) = \overline{x}$) Hình 3.3

Sơ đồ ký hiệu



Hình 3.3

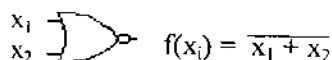
Tương tự ta có các cổng NAND và NOR như Hình 3.4 và 3.5

Cổng NAND



Hình 3.4 Sơ đồ ký hiệu cổng NAND

Cổng NOR



Hình 3.5 Sơ đồ ký hiệu cổng NOR

III. MẠCH MÃ HOÁ VÀ GIẢI MÃ

1. Khái niệm mã hoá

Nói một cách khái quát, mã hoá là dùng văn tự, kí hiệu để biểu thị một đối tượng xác định. Có thể thấy biết bao ví dụ về mã hoá trong đời sống như đặt tên cho trẻ sơ sinh, mỗi vận động viên có một số thay thế trong thi đấu. Tên trẻ là văn tự, vận động viên được đánh số theo hệ đếm thập phân. Văn tự và hệ đếm thập phân không tiện dùng trong mạch số. Mã hoá nhị phân là quá trình dùng mã nhị phân để biểu thị đối tượng xét đến (đối tượng này là tín hiệu). Mã nhị phân chỉ có hai chữ số 0 và 1, dễ dàng biểu thị bằng trạng thái mạch điện, nên

được dùng rộng rãi trong mạch số. Biểu thị số lượng nhiều thì tăng số bit (Binary digit) trong cách viết số dựa theo vị trí. Mã nhị phân 1 bit có hai trạng thái (0, 1) tương ứng 2 tín hiệu. Mã nhị phân 2 bit có 4 trạng thái (00, 01, 10, 11) tương ứng 4 tín hiệu. Tổng quát mà nói mã nhị phân n có 2^n trạng thái, có thể biểu thị 2^n tín hiệu. Vậy, để tiến hành mã hoá N tín hiệu cần sử dụng n bit theo công thức $2^n \geq N$.

Bộ mã hoá là mạch điện thực hiện thao tác mã hoá. Căn cứ vào yêu cầu và đặc điểm khác nhau của tín hiệu được mã hoá, chúng ta có các bộ mã hoá khác nhau, như bộ mã hoá nhị phân, bộ mã hoá nhị - thập phân, bộ mã hoá ưu tiên v.v...

2. Bộ mã hoá

Ta sẽ tìm hiểu về bộ mã hoá nhị phân

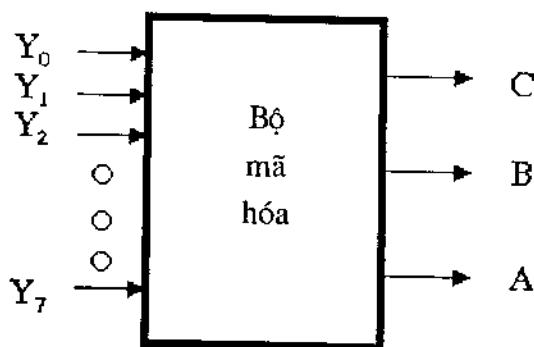
Bộ mã nhị phân là mạch điện dùng n bit để mã hoá $N = 2^n$ tín hiệu. Chúng ta xét ví dụ dưới đây để giải thích nguyên lý công tác và quá trình thiết kế bộ mã hoá nhị phân

Ví dụ :

Hãy thiết kế bộ mã hoá thực hiện mã hoá 8 tín hiệu $Y_0, Y_1, \dots, Y_7$ theo mã nhị phân.

1. Phân tích yêu cầu

Đối tượng được mã hoá là 8 tín hiệu đầu vào, tức là $Y_0, Y_1, \dots, Y_7$. Căn cứ vào công thức $N = 2^n = 8$ ta thấy đầu ra là mã nhị phân $n = 3$ bit, dùng A, B, C biểu thị. Xem hình 3.6



Hình 3.6: Sơ đồ khối yêu cầu thiết kế

2. Kê bảng chân lí

Việc mã hoá được tiến hành chỉ với một tín hiệu đầu vào ở một thời điểm. ở đầu vào không cho phép có đồng thời từ 2 tín hiệu trở lên là logic 1, tức là Y_0 .

$Y_1, \dots, Y_7$ không cùng nhau. Vậy quan hệ logic giữa đầu ra với đầu vào có thể biểu thị bằng bảng chân lý hay bảng mã hoá.

Hình 3.7 Bảng mã hoá

	C	B	A		C	B	A
Y_0	0	0	0	Y_0	0	0	0
Y_1	0	0	1	Y_1	0	0	1
Y_2	0	1	0	Y_2	0	1	1
Y_3	0	1	1	Y_3	0	1	0
Y_4	1	0	0	Y_4	1	1	0
Y_5	1	0	1	Y_5	1	1	1
Y_6	1	1	0	Y_6	1	0	1
Y_7	1	1	1	Y_7	1	0	0

a) Phương án 1

b) Phương án 2

Dùng mã nhị phân 3 bit biểu thị 8 tín hiệu đầu vào có thể có nhiều phương án khác nhau, Bảng giới thiệu hai phương án. Phương án 1 theo số đếm nhị phân, Phương án 2 là mã chu kỳ 3 bit.

3. Tối thiểu hoá

$Y_0 + Y_7$ là không đồng thời. Chỉ cần lấy các biến nào làm cho hàm số đầu ra bằng 1 cộng lại thì ta có biểu thức tối thiểu hoá dạng OR-AND. Từ bảng 3.7a (Phương án 1) ta có biểu thức hàm số đầu ra:

$$C = Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7$$

$$B = Y_2 + Y_3 + Y_6 + Y_7$$

$$A = Y_1 + Y_3 + Y_5 + Y_7$$

Từ bảng 3.7b (Phương án 2) ta có biểu thức hàm số đầu ra:

$$C = Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7$$

$$B = Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5$$

$$A = Y_1 + Y_2 + Y_5 + Y_6$$

4. Vẽ sơ đồ logic Hình 3.8

Chọn dùng cổng NAND. Vậy cần biến đổi dạng AND - OR thành dạng NAND. Cụ thể như sau.

Phương án 1

$$C = \overline{\overline{Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7}} = \overline{\overline{Y_4} \cdot \overline{Y_5} \cdot \overline{Y_6} \cdot \overline{Y_7}}$$

$$B = \overline{\overline{Y_2 + Y_3 + Y_6 + Y_7}} = \overline{\overline{Y_2} \cdot \overline{Y_3} \cdot \overline{Y_6} \cdot \overline{Y_7}}$$

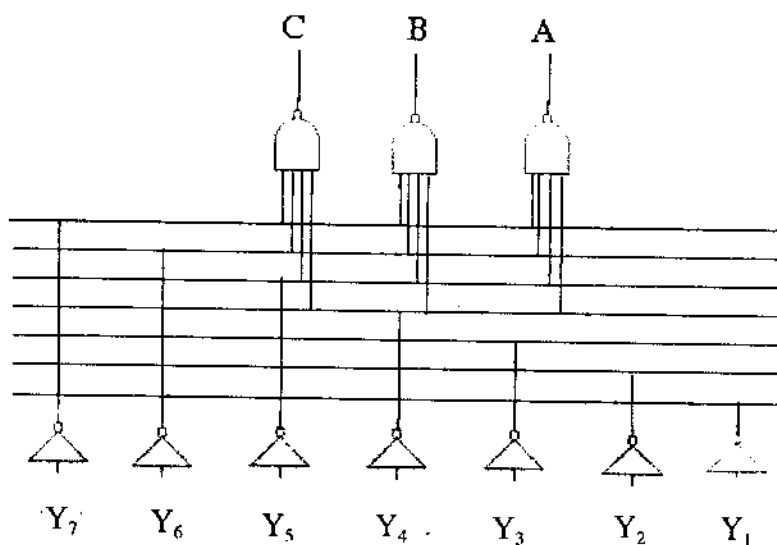
$$A = \overline{\overline{Y_1 + Y_3 + Y_5 + Y_7}} = \overline{\overline{Y_1} \cdot \overline{Y_3} \cdot \overline{Y_5} \cdot \overline{Y_7}}$$

Phương án 2

$$C = \overline{\overline{Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7}} = \overline{\overline{Y_4} \cdot \overline{Y_5} \cdot \overline{Y_6} \cdot \overline{Y_7}}$$

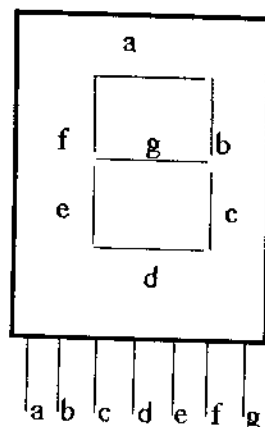
$$B = \overline{\overline{Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5}} = \overline{\overline{Y_2} \cdot \overline{Y_3} \cdot \overline{Y_4} \cdot \overline{Y_5}}$$

$$A = \overline{\overline{Y_1 + Y_2 + Y_5 + Y_6}} = \overline{\overline{Y_1} \cdot \overline{Y_2} \cdot \overline{Y_5} \cdot \overline{Y_6}}$$



Hình 3.8. Sơ đồ bộ mã hoá theo phương án 1

Hình 3.9: Sơ đồ ký hiệu
đèn hiển thị 7 thanh



4. Bộ giải mã BCD ra 7 thanh

4.1. Đèn hiển thị 7 thanh

Được minh họa trên hình 3.9, mỗi đoạn được sử dụng một LED hoặc dùng tinh thể lỏng. Như vậy để điều khiển đèn hiển thị 7 thanh làm việc có 7 đầu vào ứng với từng đoạn.

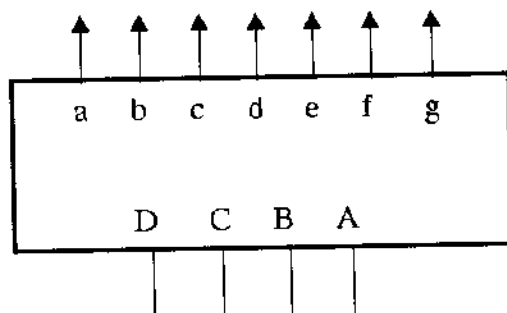
4.2. Bộ giải mã BCD ra 7 thanh

Là vi mạch có đầu vào là mã BCD (4 đầu vào), đầu ra có 7 đầu, dùng để cấp tín hiệu vào bảy đầu vào tương ứng của đèn hiển thị.

Bảng chân lý mô tả hoạt động của bộ giải mã như sau:

TT	Đầu vào				Đầu ra						
	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g
1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0
2	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0
3	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1
4	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1
5	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
6	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1
7	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1
8	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
9	1		0	0	1	1	1	1	1	1	1
10	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1

Sơ đồ ký hiệu bộ giải mã BCD ra 7 thanh hình 3.10, bộ giải mã gồm 4 đầu vào. Các tín hiệu vào được mã hoá ở dạng mã BCD. Từ 7 đầu ra của bộ giải mã được nối tới 7 đầu vào tương ứng của đèn hiển thị 7 thanh.

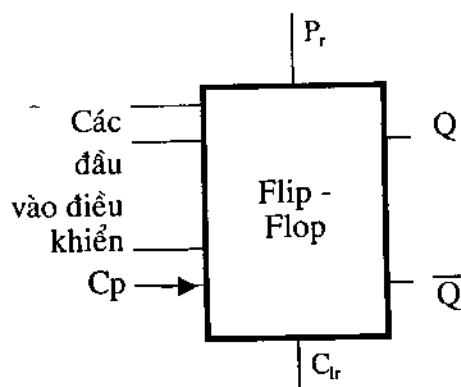


Hình 3.10: Sơ đồ ký hiệu bộ giải mã BCD ra 7 thanh

IV. CÁC LOẠI FLIP – FLOP

1. Định nghĩa

Flip - Flop (FF) là phần tử có khả năng lưu trữ (nhớ) 1 trong 2 trạng thái 0 hay 1. FF có từ 1 đến vài đầu vào, có 2 đầu ra luôn luôn ngược nhau là Q và $\bar{Q}$. Sơ đồ ký hiệu FF như hình 3.11



Hình 3.11: Ký hiệu Flip-Flop

2. Phân loại

Có nhiều cách phân loại FF.

Theo chức năng làm việc của các đầu vào điều khiển ta có các loại một đầu vào: D-FF, T-FF và loại FF hai đầu vào: RS-FF và JK-FF.

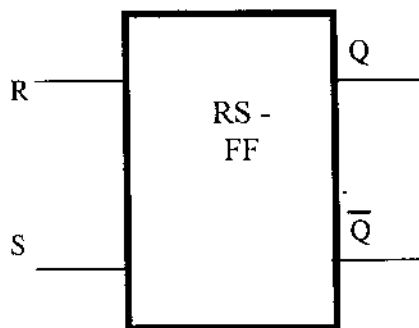
- Theo cách làm việc ta có loại FF hoạt động đồng bộ và loại hoạt động không đồng bộ.

3. Nguyên tắc làm việc của các loại FF

3.1. Loại RS FF (H.3.12)

+ RS FF loại không đồng bộ.

*Hình 3.12: RS-FF
Hoạt động không đồng bộ*



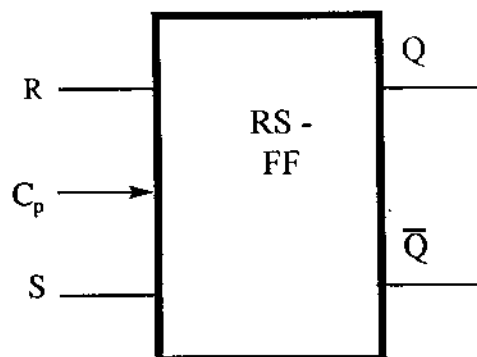
Khi $RS = 00$ đầu ra Q giữ nguyên trạng thái.

Khi $RS = 01$ đầu ra $Q = 1$

Khi $RS = 10$ đầu ra $Q = 0$

Khi $RS = 11$ không xác định được trạng thái đầu ra của Q . Vì vậy trạng thái điều khiển này còn được gọi là trạng thái cấm.

+ RS FF loại đồng bộ (H.3.13): Hoạt động tương tự như RS FF không đồng bộ nhưng nó chỉ có tác dụng điều khiển khi có thêm xung đưa vào.



*Hình 3.13: RS-FF
Hoạt động đồng bộ*

3.2. Loại D-FF

Đối với D-FF hoạt động không đồng bộ.

Tín hiệu đầu ra giống tín hiệu đầu vào nhưng bị chậm đi một khoảng thời gian.

Còn loại đồng bộ, tín hiệu đầu ra giống tín hiệu ở đầu vào nhưng bị chậm đi một khoảng thời gian bằng một xung nhịp.

3.3. Loại T-FF

- T-FF hoạt động không đồng bộ: khi $T = 0$ đầu ra Q giữ nguyên trạng thái cũ. Khi $T = 1$, FF sẽ lật trạng thái.

- T-FF hoạt động đồng bộ: Khi $T = 0$ đầu ra Q giữ nguyên trạng thái. Khi $T = 1$, mỗi xung nhịp sẽ lật T một lần.

3.4. Loại JK - FF

- JK - FF loại không đồng bộ

Khi $JK = 00$ đầu ra Q luôn giữ nguyên trạng thái cũ

Khi $JK = 01$ đầu ra $Q = 0$

Khi $JK = 10$ đầu ra $Q = 1$

Khi $JK = 11$ FF lật trạng thái liên tục.

- JK- FF loại đồng bộ: Hoạt động tương tự như JK FF không đồng bộ nhưng để điều khiển nó thì ngoài 2 đầu vào JK còn có thêm đầu vào xung nhịp Cp .

V. BỘ ĐẾM

1. Định nghĩa

Đếm là khả năng nhớ được số xung đầu vào. Mạch điện thực hiện thao tác đếm gọi là bộ đếm.

2. Phân loại

Có nhiều cách phân loại bộ đếm.

2.1. Theo nguyên tắc làm việc chia ra hai loại

Bộ đếm đồng bộ và bộ đếm không đồng bộ. Trong bộ đếm đồng bộ các FF đều chịu tác động điều khiển của một xung đồng hồ duy nhất. Đó là xung đếm đầu vào. Đối với bộ đếm không đồng bộ, có FF chịu tác động điều khiển trực tiếp của xung đếm đầu vào nhưng cũng có FF chịu tác động điều khiển của xung đầu ra của FF khác. Sự chuyển đổi trạng thái của các FF không cùng lúc, tức là dị bộ.

2.2. Theo hệ số đếm

- Bộ đếm có hệ số đếm $k_d = 2^n$ (n là số tự nhiên)

- Bộ đếm có hệ số đếm $k_d \neq 2^n$

2.3. Theo hướng đếm

- Bộ đếm tiến
- Bộ đếm lùi.

2.4. Theo khả năng lập trình

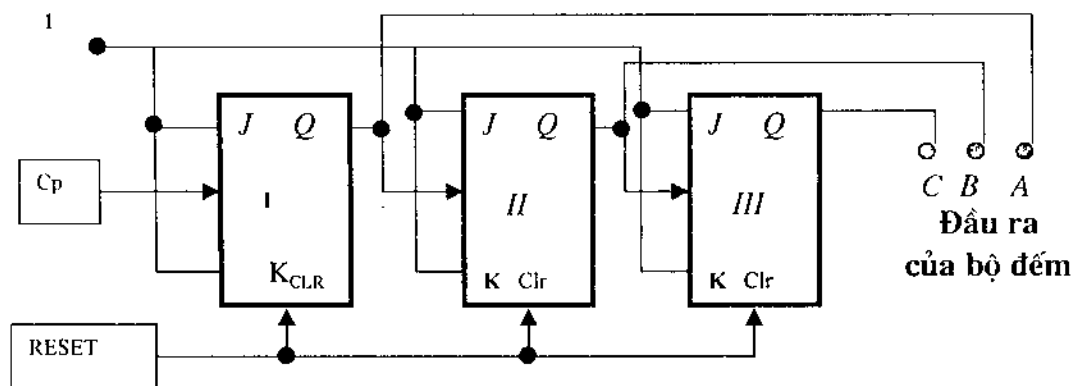
- Bộ đếm có khả năng chương trình hoá
- Bộ đếm không có khả năng chương trình hoá.

3. Bộ đếm 2^n

Chúng ta sẽ khảo sát bộ đếm không đồng bộ có $n = 3$ hay còn gọi là bộ đếm ba bit. Bộ đếm 3 bit có thể đếm tối đa tới $2^3 = 8$ xung. Sau đây là sơ đồ của bộ đếm:

3.1. Sơ đồ (H.3.14)

Bộ đếm sử dụng 3JK - FF. Tất cả các FF đều có 2 đầu JK nối với mức logic 1, đầu CLR nối với tín hiệu RESET. Xung đếm C_p chỉ đưa vào FF thứ nhất để giúp cho việc lật trạng thái của FF thứ nhất. Việc lật trạng thái của các FF sau là do đầu ra Q của FF đứng trước nó tác động tới. Đầu ra của bộ đếm là C B A là đầu ra Q của các FF.



Hình 3.14: Sơ đồ bộ đếm hoạt động không đồng bộ 3 bit

3.2. Hoạt động của bộ đếm

Giả sử trước khi đếm, tín hiệu RESET đưa tới bộ đếm và đặt đầu ra Q của các FF về bằng "0". Như vậy trạng thái đầu ra của bộ đếm là 000.

Khi có xung đếm C_p thứ nhất xuất hiện do JK của FF thứ nhất nối với mức 1 nên đầu ra Q_1 từ 0 lên bằng 1. (FF thứ nhất bị lật). Hai FF còn lại không lật được vì Q_1 từ 0 lên 1 và Q_{II} không thay đổi trạng thái nên không làm thay đổi

trạng thái đầu ra của FF thứ hai và FF thứ ba. Sau xung C_p thứ nhất bộ đếm có giá trị 001.

Xung đếm C_p thứ hai xuất hiện, do JK của FF (I) vẫn nối với mức 1 nên FF (I) lại bị lật trạng thái, Q_I từ 1 về 0. Với việc Q_I từ 1 về 0 sẽ lật FF (II) và JK của FF (II) đang nối với mức 1. Như vậy Q_{II} từ 0 lên 1. Còn FF (III) vẫn không thay đổi. Đầu ra của bộ đếm là 010. Đến hết xung đếm thứ bảy, đầu ra của bộ đếm là 111. Khi xung đếm thứ tám xuất hiện, nó sẽ đặt bộ đếm về trạng thái 000.

Bảng đếm 3 bit:

Xung đếm	Đầu ra của bộ đếm		
	C	B	A
0	0	0	0
1	0	0	1
2	0	1	0
3	0	1	1
4	1	0	0
5	1	0	1
6	1	1	0
7	1	1	1
8	0	0	0

4. Bộ đếm thập phân

Bộ đếm thập phân được sử dụng rất rộng rãi vì con người sử dụng hệ đếm phổ thông là hệ đếm thập phân.

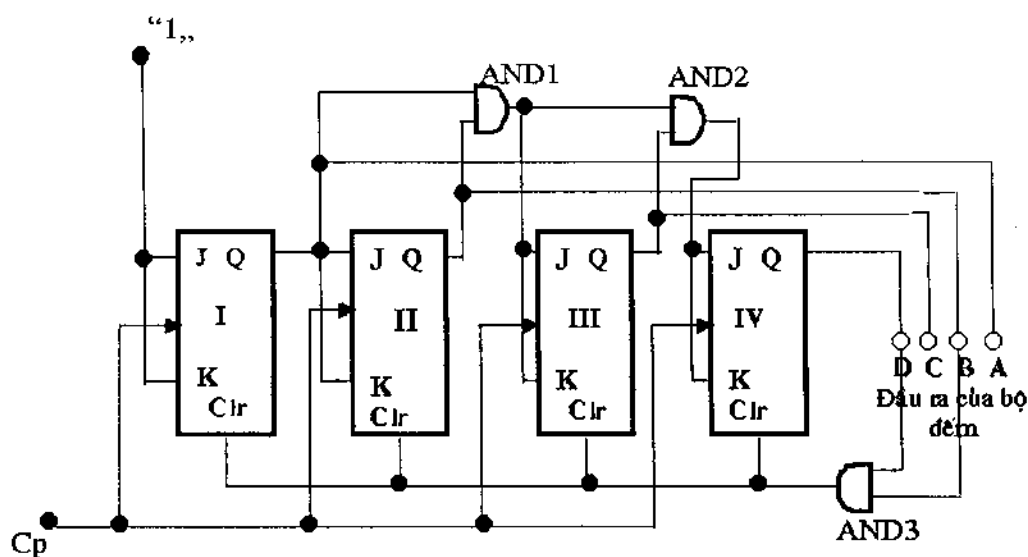
4.1. Bảng đếm và sơ đồ bộ đếm

* Bảng đếm

Xung đếm	Đầu ra của bộ đếm			
	D	C	B	A
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	0	0

* Sơ đồ bộ đếm : Minh họa trên hình 3.15

Sơ đồ bộ đếm thập phân dưới đây là loại bộ đếm hoạt động đồng bộ. (Xung đếm được đưa đồng thời tới tất cả các FF trong bộ đếm).



Hình 3.15: Sơ đồ bộ đếm thập phân hoạt động đồng bộ.

Bộ đếm sử dụng 4JK- FF. Chỉ có JK của FF thứ nhất được nối với mức 1. Hai đầu ra B và D của bộ đếm được đưa vào cổng AND3, đầu ra của cổng AND3 được đưa tới đầu CLR của tất cả các FF trong bộ đếm.

4.2. Nguyên tắc hoạt động

Giả sử trước khi đếm, bộ đếm ở trạng thái 0000

Xung đếm thứ nhất được đưa tới bộ đếm, nó được dẫn đồng thời vào tất cả các FF trong bộ đếm. Nhưng vì tất cả các đầu ra của các FF đều bằng 0, do vậy từ FF(II) đến FF(IV) các đầu JK của nó đều = 0. Lúc này chỉ có JK của FF(I) = 1 nên FF(I) lật được trạng thái đầu ra từ 0 lên 1. Đầu ra của 3 FF còn lại vẫn = 0.

Xung đếm thứ 2 xuất hiện, FF(I) lật được trạng thái vì JK của nó vẫn bằng 1. (FF (I) từ 1 về 0). FF(II) chuyển từ 0 lên 1 vì trước đó đầu ra của FF(I) = 1 đặt vào JK của FF(II), FF(III) và FF(IV) vẫn không thay đổi trạng thái. FF(III) chỉ thay đổi được trạng thái khi cả FF(I) và FF(II) = 1 và có xung đếm đưa tới. Còn FF(IV) chỉ thay đổi được trạng thái khi cả FF(I), FF(II) và FF(III) đồng thời bằng 1 và có xung đếm đưa tới.

Quá trình đếm cứ như trên tiếp diễn. Tới xung đếm thứ 9 trạng thái bộ đếm là 1001. Xung đếm thứ 10 đưa tới, bộ đếm chuyển thành 1010. (Với D=1, B=1) lúc này đầu ra của cổng AND thứ ba mới chuyển từ trạng thái 0 lên 1 và đưa vào đầu vào CLR của các FF làm cho đầu ra Q của các FF chuyển hết về 0. Bộ đếm trở về trạng thái 0000.

VI. BỘ GHI DỊCH

1. Định nghĩa

Bộ ghi dịch là một mạch dây được xây dựng từ các FF. Mạch dây có khả năng tiếp nhận, lưu trữ và dịch chuyển thông tin.

2. Phân loại

Có nhiều cách phân loại bộ ghi dịch.

2.1. Theo cách đưa thông tin vào và lấy thông tin ra ta có các loại như sau

- Bộ ghi dịch nạp thông tin vào nối tiếp, lấy thông tin ra nối tiếp.
- Bộ ghi dịch nạp thông tin vào nối tiếp, lấy thông tin ra song song.
- Bộ ghi dịch nạp thông tin vào song song lấy thông tin ra nối tiếp.
- Bộ ghi dịch nạp thông tin vào song song, lấy thông tin ra song song.

2.2. Phân loại theo đầu vào

- Bộ ghi dịch có một đầu đưa thông tin vào.
- Bộ ghi dịch có hai đầu đưa thông tin vào.

2.3. Phân loại theo đầu ra

- Bộ ghi dịch có đầu ra đơn
- Bộ ghi dịch có đầu ra kép.

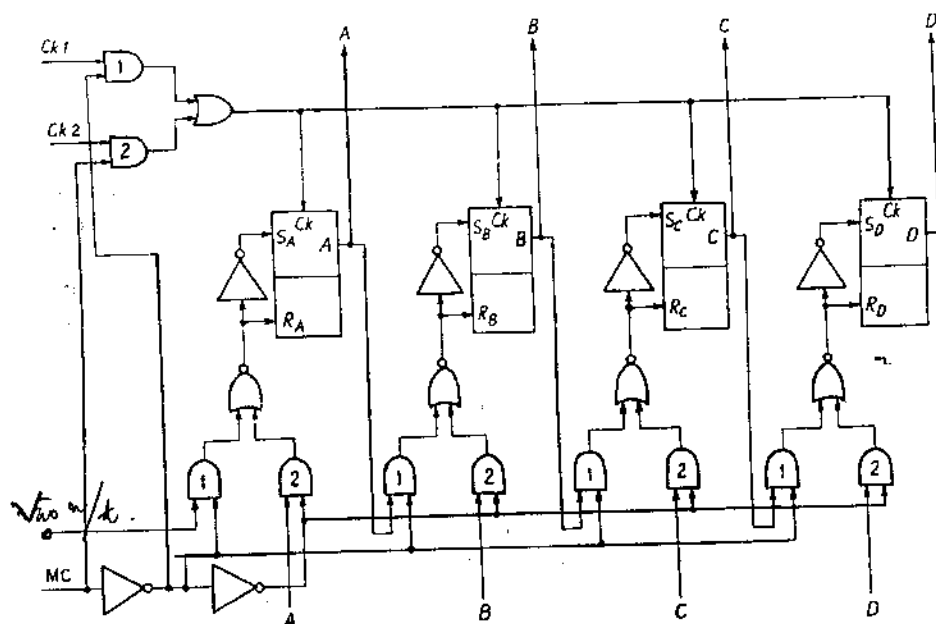
3. Bộ ghi dịch vạn năng

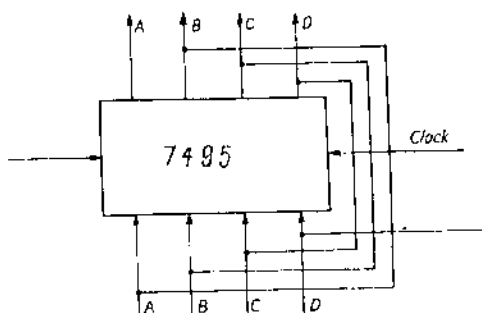
3.1. Sơ đồ (Hình 3.16)

Bộ ghi dịch 4 bit, dùng các RS-FF mắc theo kiểu D.FF.

Bộ ghi dịch này có thể đưa thông tin vào nối tiếp hoặc song song. Nó cũng cho phép lấy thông tin ra nối tiếp hoặc song song.

Như vậy bộ ghi dịch này có 4 khả năng vào ra thông tin (vào nối tiếp ra nối tiếp, vào nối tiếp ra song song, vào song song ra nối tiếp, vào song song ra song song).





Hình 3.16: Sơ đồ bộ ghi dịch vạn năng

3.2. Nguyên tắc hoạt động

Khi đưa thông tin vào nối tiếp thì dữ liệu được đặt ở đầu vào nối tiếp. Lúc đó $MC = 0$ và cứ mỗi xung nhịp CK1 thì một bit dữ liệu được đưa vào bộ ghi dịch.

Khi đưa thông tin vào song song, các bit dữ liệu được đặt ở các đầu vào A, B, C, D. Lúc đó $MC = 1$ và khi có xung CK2 thì dữ liệu được đưa vào đồng thời.

Muốn lấy thông tin ra nối tiếp đặt $MC = 0$ và dùng xung nhịp CK1.

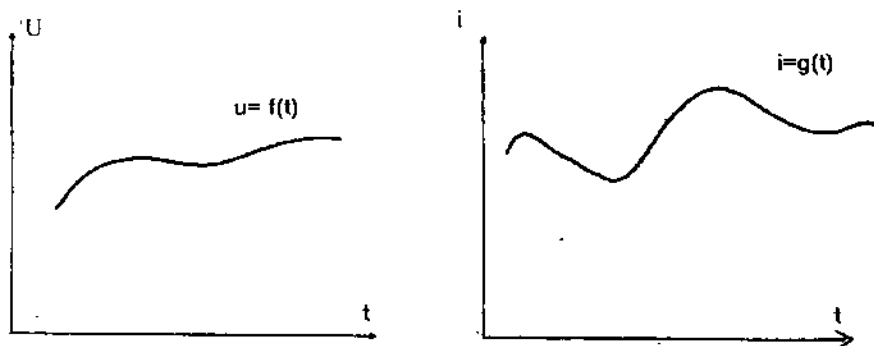
Muốn lấy thông tin ra song song thì từ các đầu ra A, B, C, D được nối tới đầu nhận dữ liệu của một mạch khác thông qua một số cổng logic.

Ngoài ra với cách nối mạch như hình 3.16 bộ ghi dịch có thể dịch thông tin theo cả hai hướng phải và trái.

VII. CHUYỂN ĐỔI TÍN HIỆU

1. Tín hiệu tương tự và tín hiệu số

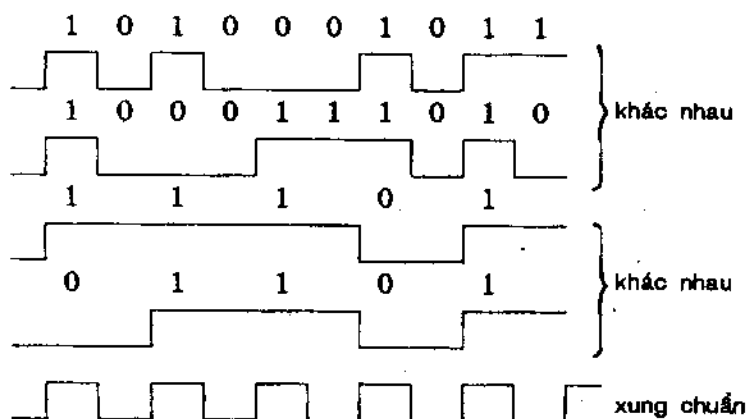
Tín hiệu tương tự (analog) thường là điện thế hay dòng điện có dạng biến thiên liên tục theo thời gian như biểu diễn trên hình 3.17. Thông tin mà các tín hiệu tương tự muốn truyền đạt cho con người là biên độ của nó. Biên độ này là một hàm của thời gian.



$$u = f(t)$$

$$i = g(t)$$

Hình 3.17. Tín hiệu tương tự (điện thế và dòng điện)



Hình 3.18. Tín hiệu số

Tuỳ theo dạng của f và g mà ta có thể kết luận được về bản chất của tín hiệu u, i nói trên.

Khác với tín hiệu tương tự đã nói trên, tín hiệu số (digital) chứa thông tin ở vị trí các xung hay sự thay đổi đột ngột của biên độ (so với tín hiệu thời gian chuẩn), còn trị số tuyệt đối của biên độ xung thì không quan trọng (Hình 3.18)

Như vậy, bản chất của 2 loại tín hiệu tương tự và số là khác nhau. Tín hiệu tương tự thường gặp trong thực tế vì dễ tạo ra, như vậy tính chất liên tục theo thời gian của nó phù hợp với các hiện tượng vật lý thông thường. Còn tín hiệu số thì chỉ xuất hiện trong các thiết bị số và thường được dùng như một hình thức trung gian thuận tiện cho việc đo lường và xử lý tín hiệu. Nó thường không xuất hiện trực tiếp trong các hiện tượng thực tế.

Do đó, cần phải có các mạch trung gian để chuyển đổi tín hiệu từ dạng tín hiệu số sang tương tự và ngược lại mà người ta thường gọi chúng là các mạch chuyển đổi số tương tự và chuyển đổi tương tự số.

2. Mạch chuyển đổi số tương tự

Mạch chuyển đổi số tương tự (Digital - Analog Converter: DAC) là một mạch dùng để chuyển đổi các tín hiệu số thành tín hiệu tương tự.

Như đã đề cập ở trên, vai trò của xung rất quan trọng trong các tín hiệu số. Mạch DAC cần phải biến đổi các nhóm xung khác nhau thành một mức độ điện thế hay một cường độ dòng điện tương ứng nào đó.

Người ta đã sử dụng ba phương pháp chính trong các mạch DAC là:

- Phương pháp tạo ra điện thế
- Phương pháp tạo ra dòng điện.
- Phương pháp nhân.

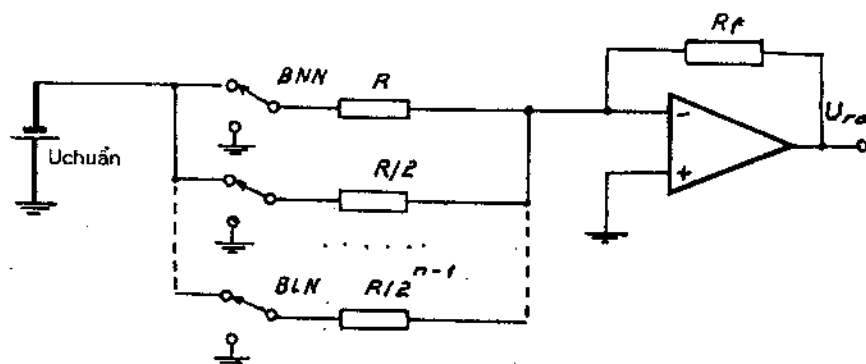
* DAC chế tạo theo phương pháp tạo ra điện thế.

Trong loại DAC chế tạo theo phương pháp này có hai dạng:

- Dạng mạch với điện trở có trọng số khác nhau (weighted resistor D/A converter).
- Dạng mạch với điện trở hình thang (R-2R ladder DAC).

Mạch với điện trở có trọng số khác nhau

Trên hình 3.19 biểu diễn một mạch DAC dạng này. Mạch gồm có một nguồn điện thế chuẩn, các chuyển mạch, nhiều điện trở (như trong trường hợp trên hình là n điện trở) có giá trị lần lượt là R , $R/2$, $R/4$, ..., $R/2^{n-1}$ và một mạch khuếch đại thuật toán (mà từ đây trở về sau ta ký hiệu là KĐTТ).



Hình 3.19: DAC dùng các điện trở có trọng số khác nhau

Với mạch như trên, khi một khoá điện nào được nối với nguồn thế chuẩn $U_{\text{chuẩn}}$ thì sẽ cung cấp cho mạch KĐTT một dòng điện có cường độ:

$$I_i = \frac{U_{\text{chuẩn}}}{R/2^i} \quad (0 \leq i \leq n-1)$$

Cường độ dòng điện này độc lập với các khoá còn lại.

Trong trường hợp có nhiều khoá điện nối vào $U_{\text{chuẩn}}$ ta sẽ có nhiều dòng điện cộng chung lại chảy qua R_f tạo thành điện thế U_{ra} . Có thể thấy ngay rằng biên độ U_{ra} phụ thuộc vào chỗ khoá điện nào được nối vào với $U_{\text{chuẩn}}$, tức là phụ thuộc vào giá trị của bit tương ứng trong tín hiệu số được đưa vào mạch chuyển đổi.

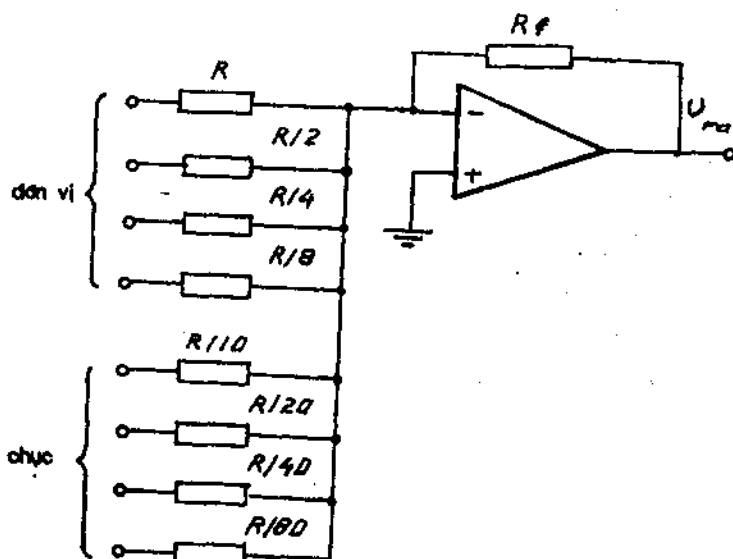
Một cách tổng quát, với một DAC n bit (từ B^{n-1} đến B^0) chế tạo theo phương pháp điện trở có trọng số khác nhau như sơ đồ trên hình 3.18, ta có thể tính tín hiệu đầu ra U_{ra} theo công thức sau (trong đó B^{n-1} đến B^0 có giá trị 0 hoặc 1):

$$U_{\text{ra}} = -U_{\text{chuẩn}} \frac{R_f}{R} (2^{n-1} B^{n-1} + 2^{n-2} B^{n-2} + \dots + 2^1 B^1 + 2^0 B^0)$$

Ví dụ:

Nếu đưa vào mạch chuyển đổi tín hiệu số là 1011, các khoá thứ 1, 2 và 4 (tính từ bit nhỏ nhất) sẽ được nối vào $U_{\text{chuẩn}}$ và dòng điện tổng hợp sẽ là:

$$\begin{aligned} I_{\text{th}} &= \frac{U_{\text{chuẩn}}}{R} + \frac{U_{\text{chuẩn}}}{R/2} + \frac{U_{\text{chuẩn}}}{R/8} \\ &= U_{\text{chuẩn}} \left(\frac{1}{R} + \frac{2}{R} + \frac{8}{R} \right) = 11 \frac{U_{\text{chuẩn}}}{R} \end{aligned}$$



Hình 3.20. Mạch DAC với tín hiệu đầu vào là mã BCD 8421

Vậy tín hiệu ra là:

$$U_{ra} = -I_{th} \cdot R_f = -11 \frac{U_{chuẩn}}{R} \cdot R_f$$

Bây giờ nếu áp dụng công thức tổng quát đã nêu ta có:

$$U_{ra} = -U_{chuẩn} \cdot \frac{R_f}{R} \cdot (2^3 + 2^1 + 2^0) = -U_{chuẩn} \cdot \frac{R_f}{R} \cdot (11) \quad (11)$$

Ta tìm lại được kết quả giống như trên.

Thành phần $U_{chuẩn} \cdot \frac{R_f}{R}$ là một hằng số cho nên điện thế đầu ra U_{ra} tỉ lệ với số 11 là giá trị hệ 10 của 1011 (hệ 2).

Trong trường hợp nếu sử dụng tín hiệu số dưới dạng mã BCD (chẳng hạn BCD 8421) thì các điện trở hợp thành từng nhóm bốn điện trở một, mỗi nhóm có giá trị gấp 10 lần nhóm kế cận với nó. Trên hình 3.19 là một ví dụ với hai số hạng BCD là hàng đơn vị và hàng chục.

Mạch như trên có ưu điểm là đơn giản nhưng lại có khuyết điểm là độ chính xác và tính ổn định của kết quả phụ thuộc nhiều vào trị số tuyệt đối của các điện trở và khả năng biến thiên như nhau theo môi trường của các điện trở này. Vấn đề chế tạo các điện trở theo đúng tỉ lệ chính xác như vậy thường rất khó khăn và tốn kém. Ngoài ra U_{ra} còn phụ thuộc vào cả độ chính xác và tính ổn định của nguồn $U_{chuẩn}$.

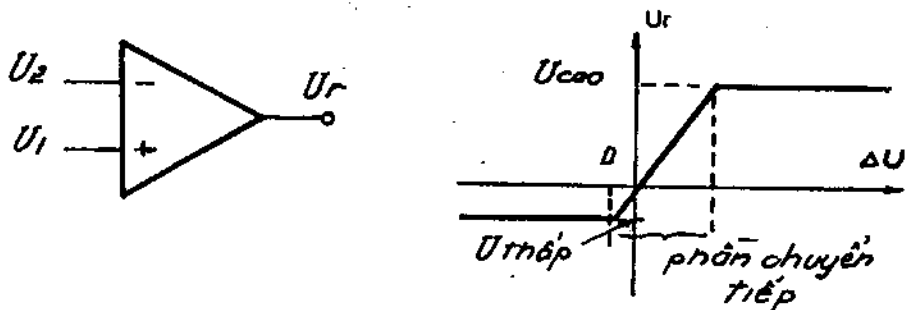
3. Mạch chuyển đổi tương tự số

Trong phần này ta sẽ khảo sát mạch chuyển đổi thực hiện thao tác ngược với DAC đã nói ở trên. Đó là các mạch dùng để chuyển đổi các tín hiệu tương tự thành các tín hiệu số tương ứng (ở dưới dạng nhị phân hay BCD) và gọi là các mạch chuyển đổi tương tự - số (Analog- Digital Converter: ADC).

Có nhiều phương pháp để thực hiện một mạch ADC nhưng ta chỉ khảo sát một vài phương pháp chính trong đó đều có sử dụng một mạch đặc biệt gọi là mạch so sánh (Comparator)

3.1. Mạch so sánh

Mạch so sánh là một mạch có hai đầu vào U_1 , U_2 ; U_2 là đầu vào âm (-), U_1 là đầu vào dương (+) và một đầu ra U_f . Mạch được ký hiệu như trên hình 3.21a và có đường đặc tính như trên hình 3.21b.



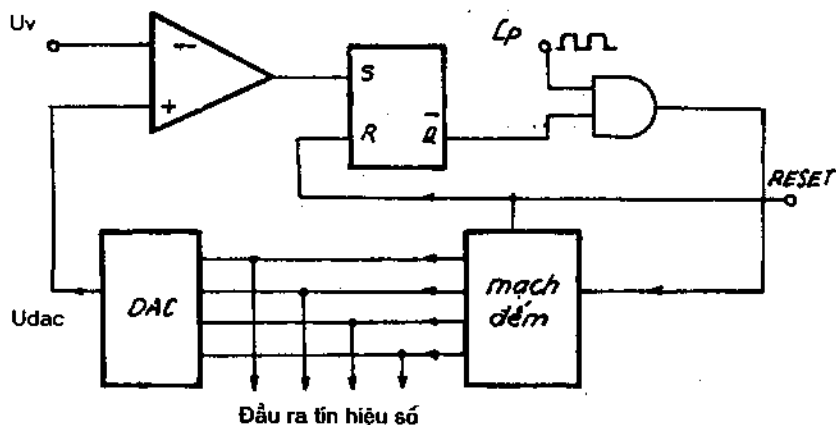
Hình 3.21a: Ký hiệu mạch so sánh Hình 3.21b: Đặc tính của mạch so sánh

Đầu ra U_r của mạch thường có hai trạng thái rõ rệt:

- Nếu $\Delta U = U_1 - U_2 > 0$ thì $U_r = U_{cao}$ (thường $> 0V$)
- Nếu $\Delta U = U_1 - U_2 < 0$ thì $U_r = U_{thấp}$ (thường $0V$)

Khi ΔU gần bằng $0V$ ta có trạng thái chuyển tiếp (xem hình 3.21b). Khoảng chuyển tiếp có bề rộng phụ thuộc vào dạng mạch thiết kế nhưng trị số này càng nhỏ thì sự so sánh càng chính xác. Hiện nay người ta đã chế tạo các vi mạch chứa một hoặc vài ba bộ so sánh trong một vỏ rất tiện dụng.

3.2. Mạch ADC kiểu đếm



Hình 3.22: Sơ đồ ADC kiểu đếm

Trên hình 3.22 là sơ đồ của một mạch ADC kiểu đếm (Counting ADC). Mạch có những điểm chính như sau:

Mạch bao gồm các phần tử: một mạch so sánh, một FF RS, một cổng AND để đóng mở xung nhịp C_p từ bộ dao động chuẩn, một mạch đếm n bit và một mạch DAC n bit. Các phần tử này được mắc thành vòng hồi tiếp.

Lúc đầu, mạch đếm và FF được RESET nên điện áp U_{DAC} của DAC bằng 0V và cổng AND mở ra cho xung C_p vào mạch đếm. Lúc này điện áp vào U_V lớn hơn U_{DAC} (giả sử rằng cả hai đều dương) nếu U_{SS} ở trị số thấp. U_{DAC} tăng dần theo hình bậc thang vì mạch đếm liên tục đổi trạng thái từ thấp lên cao, cho đến khi U_{DAC} vừa đủ lớn hơn U_V để U_{SS} chuyển lên cao làm $Q = 0$ đóng cổng AND lại. Lúc này tín hiệu trong mạch đếm là tín hiệu số n bit tương ứng của tín hiệu tương tự vào U_V .

Qua các phân tích trên ta nhận thấy:

- Mạch DAC (và mạch đếm) càng có độ phân giải cao thì sự so sánh càng chính xác vì chiều cao của bậc thang càng nhỏ.

- Sự chuyển đổi luôn luôn cần một khoảng thời gian. Khoảng thời gian này tùy thuộc ở trị số của tín hiệu vào U_V và tần số của tín hiệu chuẩn (đối với cùng một DAC). U_V càng lớn thì thời gian chuyển đổi càng lâu, còn tần số C_p càng cao thì thời gian càng ngắn.

VIII. VI XỬ LÝ

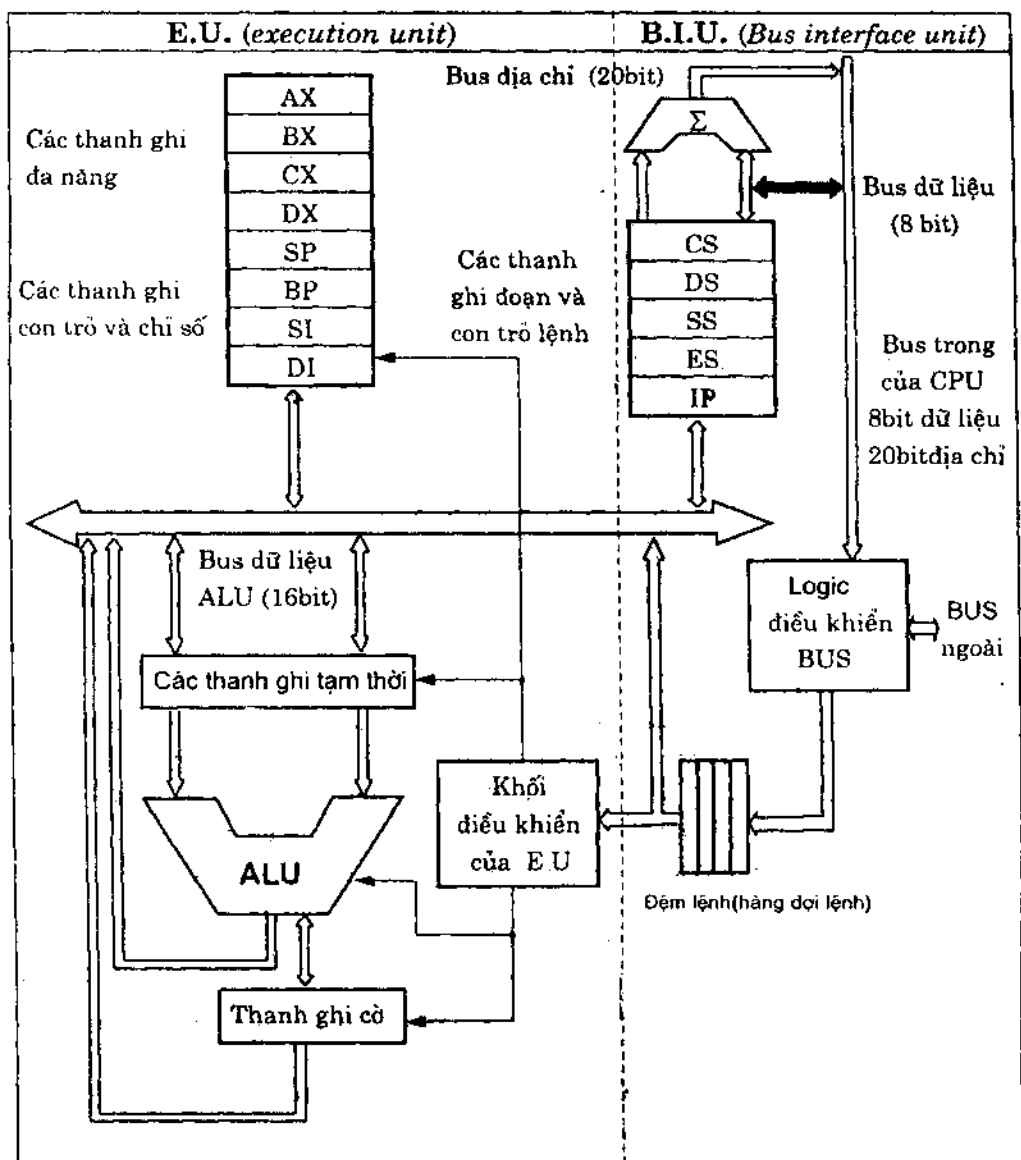
1. Bộ vi xử lý

1.1. Sơ đồ khối

Ta sẽ xét cụ thể bộ vi xử lý 8088 của hãng Intel

Trên hình 3.22 là sơ đồ khối cấu trúc bên trong của bộ vi xử lý Intel 8088:

(xem trang sau)



EU: Execution unit, khối thực hiện lệnh

Hình 3.23: Sơ đồ khối của một bộ vi xử lý

1.2. Chức năng các khối

BIU và EU

Theo sơ đồ khối hình 3.22, ta thấy bên trong CPU 8088 có 2 khối chính: khối phối ghép bus (bus interface unit, BIU) và khối thực hiện lệnh (execution unit, EU). Việc chia CPU ra thành 2 phần làm việc đồng thời có liên hệ với nhau qua đệm lệnh làm tăng đáng kể tốc độ xử lý của CPU. Các bus bên trong CPU có nhiệm vụ chuyển tải các tín hiệu của các khối khác. Trong số các bus đó có bus dữ liệu 16 bit của ALU, bus các tín hiệu điều khiển ở EU và bus trong của hệ thống ở BIU. Trước khi đi ra bus ngoài hoặc đi vào bus trong của bộ vi xử lý, các tín hiệu truyền trên bus thường được cho đi qua các bộ đệm để nâng cao tính tương thích cho nối ghép hoặc nâng cao khả năng phối ghép.

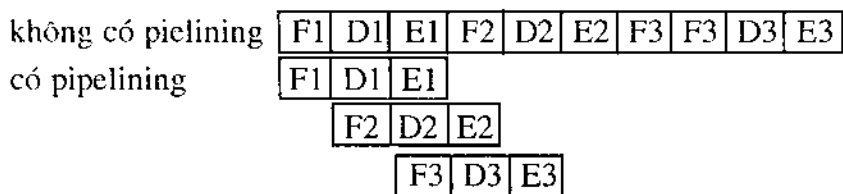
BIU đưa ra địa chỉ, đọc mã lệnh từ bộ nhớ, đọc/ghi dữ liệu từ/vào cổng hoặc bộ nhớ. Nói cách khác BIU chịu trách nhiệm đưa địa chỉ ra bus và trao đổi dữ liệu với bus.

Trong EU ta thấy có một khối điều khiển (control unit, CU). Chính tại bên trong khối điều khiển này có mạch giải mã lệnh. Mã lệnh đọc vào từ bộ nhớ được đưa đến đầu vào của bộ giải mã, các thông tin thu được từ đầu ra của nó sẽ được đưa đến mạch tạo xung điều khiển, kết quả là ta thu được các dãy xung khác nhau (tuỳ theo mã lệnh) để điều khiển hoạt động của các bộ phận bên trong và bên ngoài CPU. Trong khối EU còn có khối số học và logic (arithmetic and logic unit, ALU) dùng để thực hiện các thao tác khác nhau với các toán hạng của lệnh. Tóm lại, khi CPU hoạt động EU sẽ cung cấp thông tin về địa chỉ cho BIU để khối này đọc lệnh và dữ liệu, còn bản thân nó thì giải mã lệnh và thực hiện lệnh.

Trong BIU còn có một bộ nhớ đệm lệnh với dung lượng 4 byte dùng để chứa các mã lệnh đọc được nằm sẵn để chờ EU xử lý (trong tài liệu của Intel bộ đệm lệnh này còn được gọi là hàng đợi lệnh). Đây là một cấu trúc mới được cấy vào bộ vi xử lý 8068/88 do việc Intel đưa cơ chế xử lý xen kẽ liên tục dòng mã lệnh (instruction pipelining) vào ứng dụng trong các bộ vi xử lý thế hệ mới. Pipeline là một cơ chế đã được ứng dụng từ những năm 60 trong các máy lớn. Nhân đây ta sẽ giới thiệu sơ qua một chút về cơ chế này.

Trong các bộ vi xử lý ở các thế hệ trước (như ở 8085 chẳng hạn), thông thường hoạt động của CPU gồm 3 giai đoạn: đọc mã lệnh (opcode fetch), giải mã lệnh (decode) và thực hiện (execution). Trong một thời điểm nhất định, CPU thế hệ này chỉ có thể thực hiện một trong ba công việc nói trên và vì vậy tuỳ theo từng giai đoạn sẽ có những bộ phận nhất định của CPU ở trạng thái nhàn rỗi. Chẳng hạn, khi CPU giải mã lệnh hoặc khi nó đang thực hiện những lệnh không

liên quan đến bus (thao tác nội bộ) thì các bus không được dùng vào việc gì dẫn đến tình trạng lãng phí khả năng của chúng (hình 3.24). Trong khi đó từ bộ vi xử lý 8086/88, Intel sử dụng cơ chế xử lý xen kẽ liên tục dòng mã lệnh thì CPU được chia thành 2 khối và có sự phân chia công việc cho từng khối: việc đọc mã lệnh là do khối BIU thực hiện, việc giải mã lệnh và thực hiện lệnh là do khối EU đảm nhiệm. Các khối chức năng này có khả năng làm việc đồng thời và các bus sẽ liên tục được sử dụng: trong khi EU lấy mã lệnh từ bộ đệm 4 byte để giải mã hoặc thực hiện các thao tác nội bộ thì BIU vẫn có thể đọc mã lệnh từ bộ nhớ chính rồi đặt chúng vào bộ nhớ đệm lệnh đã nói. Bộ đệm lệnh này làm việc theo kiểu “vào trước - ra trước” (first in - first out, FIFO), nghĩa là byte nào được cất vào đệm trước sẽ được lấy ra xử lý trước. Nếu có sự vào/ra liên tục của dòng mã lệnh trong bộ đệm này thì có nghĩa là có sự phối hợp hoạt động hiệu quả giữa 2 khối EU và BIU theo cơ chế xử lý xen kẽ liên tục dòng mã lệnh để làm tăng tốc độ xử lý tổng thể. Kỹ thuật xử lý xen kẽ liên tục dòng mã lệnh sẽ không còn tác dụng tăng tốc độ xử lý chung của CPU nữa nếu như trong đệm lệnh có chứa các mã lệnh của các lệnh CALL (gọi chương trình con) hoặc JMP (nhảy), bởi vì lúc gặp các lệnh này nội dung cũ của bộ đệm sẽ bị xóa và thay thế vào đó là nội dung mới được nạp bởi các mã lệnh mới do lệnh nhảy hoặc gọi quyết định. Việc này tiêu tốn nhiều thời gian hơn so với trường hợp trong đệm chỉ có mã lệnh của các lệnh tuần tự.



(F: đọc lệnh, D: giải mã lệnh, E: thực hiện lệnh)

Hình 3.24: Dòng lệnh thường và dòng lệnh xen kẽ liên tục

Trong bộ vi xử lý 8088 ta còn thấy có các thanh ghi 16 bit nằm trong cả 2 khối BIU và EU, ngoài ra cũng có một số thanh ghi 8 hoặc 16 bit tại EU. Ta sẽ lần lượt giới thiệu các thanh ghi nói trên cùng chức năng chính của chúng.

* Các thanh ghi đoạn

Khối BIU đưa ra trên bus địa chỉ 20 bit địa chỉ, như vậy 8088 có khả năng phân biệt ra được $2^{20} = 1.048.576 = 1\text{M}$ ô nhớ hay 1 Mbyte, vì các bộ nhớ nói chung tổ chức theo byte. Nói cách khác: không gian địa chỉ của 8088 là 1 Mbyte. Trong không gian 1 Mbyte này bộ nhớ cần được chia thành các vùng

khác nhau (điều này rất có lợi khi làm việc ở chế độ nhiều người sử dụng hoặc đa nhiệm) dành riêng để:

- Chứa mã chương trình.
- Chứa dữ liệu và kết quả trung gian của chương trình.
- Tạo ra một vùng nhớ đặc biệt gọi là ngăn xếp (stack) dùng vào việc quản lý các thông số của bộ vi xử lý khi gọi chương trình con hoặc trở về từ chương trình con.

Trong thực tế bộ vi xử lý 8088 có các thanh ghi 16 bit liên quan đến địa chỉ đầu của các vùng (các đoạn) kể trên và chúng được gọi là các thanh ghi đoạn (segment registers). Đó là thanh ghi đoạn mã CS (code segment), thanh ghi đoạn dữ liệu DS (data segment), thanh ghi đoạn ngăn xếp SS (stack segment) và thanh ghi đoạn dữ liệu phụ ES (extra segment). Các thanh ghi đoạn 16 bit này chỉ ra địa chỉ đầu của 4 đoạn trong bộ nhớ, dung lượng lớn nhất của mỗi đoạn nhớ này là 64 Kbyte và tại một thời điểm nhất định bộ vi xử lý chỉ làm việc được với 4 đoạn nhớ 64 Kbyte này. Việc thay đổi giá trị của các thanh ghi đoạn làm cho các đoạn tương ứng có thể dịch chuyển linh hoạt trong phạm vi không gian 1 Mbyte, vì vậy các đoạn này có thể nằm cách nhau khi thông tin cần lưu trong chúng đòi hỏi dung lượng đủ 64 Kbyte hoặc cũng có thể nằm trùm nhau do có những đoạn không cần dùng hết độ dài 64 Kbyte và vì thế những đoạn khác có thể bắt đầu nối tiếp ngay sau đó. Điều này cũng cho phép ta truy nhập vào bất kỳ đoạn nhớ (64 Kbyte) nào nằm trong toàn bộ không gian 1Mbyte.

Nội dung các thanh ghi đoạn sẽ xác định địa chỉ của ô nhớ nằm ở đầu đoạn. Địa chỉ này còn gọi là địa chỉ cơ sở. Địa chỉ của các ô nhớ khác nằm trong đoạn tính được bằng cách cộng thêm vào địa chỉ cơ sở một giá trị gọi là địa chỉ lệch hay độ lệch (offset), gọi như thế vì nó ứng với khoảng lệch của tọa độ một ô nhớ cụ thể nào đó so với ô đầu đoạn. Độ lệch này được xác định bởi các thanh ghi 16 bit khác đóng vai trò thanh ghi lệch (offset register) mà ta sẽ nói đến sau. Cụ thể, để xác định địa chỉ vật lý 20 bit của một ô nhớ nào đó trong một đoạn bất kỳ, CPU 8088 phải dùng đến 2 thanh ghi 16 bit (một thanh để chứa địa chỉ cơ sở còn thanh kia chứa độ lệch) và từ nội dung của cặp thanh ghi đó nó tạo ra địa chỉ vật lý theo công thức sau:

Địa chỉ vật lý = Thanh ghi đoạn x 16 + Thanh ghi lệch

Việc dùng 2 thanh ghi để ghi nhớ thông tin về địa chỉ thực chất tạo ra một loại địa chỉ gọi là địa chỉ logic và được ký hiệu như sau:

Thanh ghi đoạn: Thanh ghi lệch hay segment: offset

Địa chỉ kiểu segment: offset là logic vì nó tồn tại dưới dạng giá trị của các thanh ghi cụ thể bên trong CPU và khi cần thiết truy nhập ô nhớ nào đó thì nó phải được đổi ra địa chỉ vật lý để rồi được đưa lên bus địa chỉ. Việc chuyển đổi này do một bộ tạo địa chỉ thực hiện (phần tử Σ trên hình 3.24).

Ví dụ: Cặp CS: IP sẽ chỉ ra địa chỉ của lệnh sắp thực hiện trong đoạn mã. Nếu tại một thời điểm nào đó ta có CS = F000H và IP = FFF0H thì

$$\text{CS:IP} \sim \text{F000H} \times 16 + \text{FFF0H} = \text{F0000H} + \text{FFF0H} = \text{FFFF0H}$$

Địa chỉ FFFF0H chính là địa chỉ khởi động của 8088. Dấu $\sim$ ở đây là để chỉ sự tương ứng. Địa chỉ các ô nhớ thuộc các đoạn khác cũng có thể tính được theo cách tương tự như vậy. Từ nay khi cần nói đến địa chỉ của một ô nhớ ta có thể sử dụng cả địa chỉ logic lẫn địa chỉ vật lý vì bao giờ cũng tồn tại sự tương ứng giữa 2 loại địa chỉ này (thông qua bộ tạo địa chỉ Σ).

Trước khi nói đến các thanh ghi khác ta nói thêm chút ít về tính đa trị của các thanh ghi đoạn và thanh ghi lệch trong địa chỉ logic ứng với một địa chỉ vật lý. Điều này cũng nói lên tính linh hoạt của cơ chế segment: offset trong việc định địa chỉ của 8068/88. Nhìn vào giá trị cuối cùng của địa chỉ vật lý, ta thấy có thể tạo ra địa chỉ đó từ nhiều giá trị khác nhau của thanh ghi đoạn và thanh ghi lệch.

Ví dụ: Địa chỉ vật lý 12345H có thể được tạo ra từ các giá trị:

Thanh ghi đoạn	Thanh ghi lệch
1000H	2345H
1200H	0345H
1004H	2305H
0300H	E345H

* Các thanh ghi đa năng

Trong khối EU có 4 thanh ghi đa năng 16 bit: AX, BX, CX, DX. Điều đặc biệt là khi cần chứa các dữ liệu 8 bit thì mỗi thanh ghi này có thể tách ra thành 2 thanh ghi 8 bit cao và thấp để làm việc độc lập, đó là các cặp thanh ghi AH và AL, BH và BL, CH và CL, DH và DL (trong đó H chỉ phần cao, L chỉ phần thấp). Mỗi thanh ghi có thể được dùng một cách vạn năng để chứa các loại dữ liệu khác nhau, nhưng cũng có những công việc đặc biệt nhất định chỉ thao tác với một vài thanh ghi nào đó và chính vì vậy các thanh ghi thường được gán cho những cái tên đặc biệt rất có ý nghĩa. Cụ thể:

* AX (accumulator, Acc): Thanh chứa. Các kết quả của các thao tác thường được chứa ở đây (kết quả của phép nhân, chia). Nếu kết quả là 8 bit thì thanh ghi AL được coi là Acc.

* BX (base): Thanh ghi cơ sở, thường chứa địa chỉ cơ sở của một bảng dùng trong lệnh XLAT.

* CX (count): Bộ đếm. CX thường được dùng để chứa số lần lặp trong trường hợp các lệnh LOOP (lặp), còn CL thường chứa số lần dịch hoặc quay trong các lệnh dịch hoặc quay thanh ghi.

* DX (data): Thanh ghi dữ liệu. DX cùng AX tham gia vào các thao tác của phép nhân hoặc chia các số 16 bit. DX còn dùng để chứa địa chỉ của các cổng trong các lệnh vào/ra dữ liệu trực tiếp (IN/OUT).

Các thanh ghi con trỏ và chỉ số

Trong 8088 còn có 3 thanh ghi con trỏ và 2 thanh ghi chỉ số 16 bit. Các thanh ghi này (trừ IP) đều có thể được dùng như các thanh ghi đa năng, nhưng ứng dụng chính của mỗi thanh ghi là chúng được ngầm định như là thanh ghi lệch cho các đoạn tương ứng. Cụ thể:

* IP: Con trỏ lệnh (instruction pointer), IP luôn trỏ vào lệnh tiếp theo sẽ được thực hiện nằm trong đoạn mã CS. Địa chỉ đầy đủ của lệnh tiếp theo này ứng với CS:IP và được xác định theo cách đã nói ở trên.

* BP: Con trỏ cơ sở (base pointer), BP luôn trỏ vào một dữ liệu nằm trong đoạn ngăn xếp SS. Địa chỉ đầy đủ của một phần tử trong đoạn ngăn xếp ứng với SS:BP và được xác định theo cách đã nói ở trên.

* SP: Con trỏ ngăn xếp (stack pointer), SP luôn trỏ vào đỉnh hiện thời của ngăn xếp nằm trong đoạn ngăn xếp SS. Địa chỉ đầy đủ của đỉnh ngăn xếp ứng với SS:SP và được xác định theo cách đã nói ở trên.

* SI: Chỉ số gốc hay nguồn (source index), SI chỉ vào dữ liệu trong đoạn dữ liệu DS mà địa chỉ cụ thể đầy đủ ứng với DS:SI và được xác định theo cách đã nói ở trên.

* DI: Chỉ số đích (destination index), DI chỉ vào dữ liệu trong đoạn dữ liệu DS mà địa chỉ cụ thể đầy đủ ứng với DS:DI và được xác định theo cách đã nói ở trên.

Riêng trong các lệnh thao tác với dữ liệu kiểu chuỗi thì cặp ES:DI luôn ứng với địa chỉ của phần tử thuộc chuỗi đích, còn cặp DS:SI ứng với địa chỉ của phần tử thuộc chuỗi gốc.

*** Thanh ghi cờ FR (Flag register)**

Đây là thanh ghi khá đặc biệt trong CPU, mỗi bit của nó được dùng để phản ánh một trạng thái nhất định của kết quả phép toán do ALU thực hiện hoặc một trạng thái hoạt động của EU. Dựa vào các cờ này người lập trình có thể có các lệnh thích hợp tiếp theo cho bộ vi xử lý (các lệnh nhảy có điều kiện). Thanh ghi cờ gồm 16 bit nhưng người ta chỉ dùng hết 9 bit của nó để làm các bit cờ (hình 3.25)

Các cờ của bộ vi xử lý 8085

X	X	X	X	O	D	I	T	S	Z	X	Z	X	P	X	C
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

X: không được định nghĩa

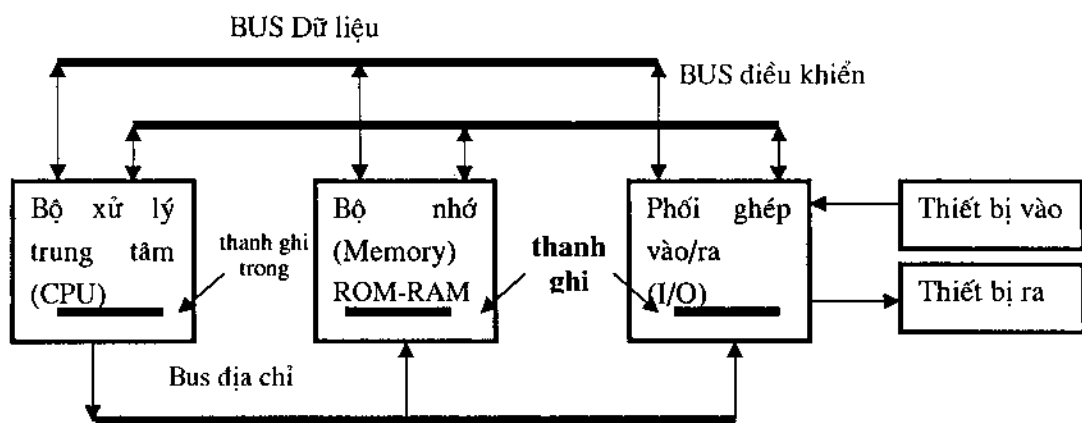
Hình 3.25: Sơ đồ thanh ghi cờ của bộ vi xử lý 8086/88

2. Hệ vi xử lý

Hình 3.26 giới thiệu sơ đồ khối tổng quát của một hệ vi xử lý

Trên đây ta đã thấy bộ vi xử lý là một thành phần rất cơ bản không thiếu được để tạo nên máy vi tính. Trong thực tế bộ vi xử lý còn phải kết hợp thêm với các bộ phận điện tử khác như bộ nhớ và các bộ phối ghép vào/ra để tạo nên một hệ vi xử lý hoàn chỉnh. Cần lưu ý rằng để chỉ một hệ thống có cấu trúc như trên, thuật ngữ “hệ vi xử lý” mang ý nghĩa tổng quát hơn so với thuật ngữ “máy vi tính”, vì máy vi tính chỉ là một trong những ứng dụng cụ thể của hệ vi xử lý.

Sơ đồ khối của hệ vi xử lý với các thanh ghi trong và ngoài.



Hình 3.26: Sơ đồ khối Hệ vi xử lý

Trong sơ đồ này ta thấy rõ các khối chức năng chính của hệ vi xử lý gồm:

- + Khối xử lý trung tâm (central procesing unit, CPU),
- + Bộ nhớ bán dẫn (memory, M),
- + Khối phối ghép với các thiết bị ngoại vi (input/output, I/O),
- + Các bus truyền thông tin

Ba khối chức năng đầu liên hệ với nhau thông qua tập các đường dây để truyền tín hiệu gọi chung là bus hệ thống. Bus hệ thống bao gồm 3 bus thành phần. Ứng với các tín hiệu địa chỉ, dữ liệu và điều khiển ta có bus địa chỉ, bus dữ liệu và bus điều khiển.

CPU đóng vai trò chủ đạo trong hệ vi xử lý. Đây là một mạch vi điện tử có độ tích hợp rất cao. Khi hoạt động, nó đọc mã lệnh được ghi dưới dạng các bit 0 và bit 1 từ bộ nhớ, sau đó nó sẽ giải mã các lệnh này thành dãy các xung điều khiển ứng với các thao tác trong lệnh để điều khiển các khối khác thực hiện từng bước các thao tác đó. Để làm được việc này bên trong CPU có thanh ghi dùng để chứa địa chỉ của lệnh sắp thực hiện gọi là thanh ghi con trỏ lệnh (instruction pointer, IP) hoặc bộ đếm chương trình (program counter, PC), một số thanh ghi đa năng khác cùng bộ tính toán số học và logic (ALU) để thao tác với dữ liệu. Ngoài ra ở đây còn có các hệ thống mạch điện tử rất phức tạp để giải mã lệnh và từ đó tạo ra các xung điều khiển cho toàn hệ.

Bộ nhớ bán dẫn hay còn gọi là bộ nhớ trong là một bộ phận rất quan trọng của hệ vi xử lý. Tại đây (trong ROM) ta có thể chứa chương trình điều khiển hoạt động của toàn hệ để khi bật điện thì CPU có thể lấy lệnh từ đây mà khởi đầu hệ thống. Một phần của chương trình điều khiển hệ thống, các chương trình ứng dụng, dữ liệu cùng các kết quả của chương trình thường được để trong RAM. Các dữ liệu và chương trình muốn lưu trữ lâu dài sẽ được để ở bộ nhớ ngoài.

Khối phối ghép vào/ra (I/O) tạo ra khả năng giao tiếp giữa hệ vi xử lý với thế giới bên ngoài. Các thiết bị ngoại vi như bàn phím, chuột, màn hình, máy in, chuyển đổi số/tương tự (D/A converter, DAC) và chuyển đổi tương tự/số (A/D converter, ADC), ổ đĩa từ... đều liên hệ với hệ vi xử lý qua bộ phận này. Bộ phận phối ghép cụ thể giữa bus hệ thống với thế giới bên ngoài thường được gọi là cổng. Như vậy ta sẽ có các cổng vào để lấy thông tin từ ngoài vào và các cổng ra để đưa thông tin từ trong hệ ra ngoài. Tuỳ theo nhu cầu cụ thể của công việc, các mạch cổng này có thể được xây dựng từ các mạch logic đơn giản hoặc từ các vi mạch chuyên dụng lập trình được.

Bus địa chỉ thường có từ 16, 20, 24 đến 32 đường dây song song chuyển tải thông tin của các bit địa chỉ. Khi đọc/ghi bộ nhớ CPU sẽ đưa ra trên bus này địa chỉ của ô nhớ liên quan. Khả năng phân biệt địa chỉ (số lượng địa chỉ cho ô nhớ mà CPU có khả năng phân biệt được) phụ thuộc vào số bit của bus địa chỉ. Ví dụ nếu một CPU có số đường dây địa chỉ $N = 16$ thì nó có khả năng địa chỉ hoá được $2^N = 65536 = 64$ Kilô ô nhớ khác nhau ($1K = 2^{10} = 1024$). Khi đọc/ghi với cổng vào/ra CPU cũng đưa ra trên bus địa chỉ các bit địa chỉ tương ứng của cổng. Trên sơ đồ khối ta dễ nhận ra tính một chiều của bus địa chỉ qua chiều của mũi tên. Chỉ có CPU mới có khả năng đưa ra địa chỉ trên bus địa chỉ (sau này ta sẽ thấy còn mạch DMAC, mạch điều khiển trao đổi dữ liệu trực tiếp giữa bộ nhớ - thiết bị ngoại vi cũng có khả năng này).

Bus dữ liệu thường có từ 8, 16, 20, 24, 32 đến 64 đường dây tùy theo các bộ vi xử lý cụ thể. Số lượng đường dây này quyết định số bit dữ liệu mà CPU có khả năng xử lý cùng một lúc. Chiều mũi tên trên bus số liệu chỉ ra rằng đây là bus 2 chiều, nghĩa là dữ liệu có thể được truyền đi từ CPU (dữ liệu ra) hoặc truyền đến CPU (dữ liệu vào). Các phần tử có đầu ra nối thẳng với bus dữ liệu đều phải được trang bị đầu ra 3 trạng thái để có thể ghép vào được và hoạt động bình thường với bus này.

Bus điều khiển thường gồm hàng chục đường dây tín hiệu khác nhau. Mỗi tín hiệu điều khiển có một chiều nhất định. Vì khi hoạt động CPU đưa tín hiệu điều khiển tới các khối khác trong hệ, đồng thời nó cũng nhận các tín hiệu điều khiển từ các khối đó để phối hợp hoạt động của toàn hệ nên các tín hiệu này trên trên hình vẽ được thể hiện bởi các đường có mũi tên theo 2 chiều, điều đó không phải là để chỉ tính 2 chiều của một tín hiệu mà là tính 2 chiều của cả nhóm tín hiệu.

Hoạt động của hệ thống vi xử lý trên cũng có thể được nhìn theo một cách khác. Trong khi hoạt động và tại một thời điểm nhất định, về mặt chức năng mỗi khối trong hệ thống trên tương đương với các thanh ghi trong (nằm trong CPU) hoặc các thanh ghi ngoài (nằm rải rác trong bộ nhớ ROM, bộ nhớ RAM và trong khối phối ghép I/O). Hoạt động của toàn hệ thực chất là sự phối hợp hoạt động của các thanh ghi trong và ngoài nói trên để thực hiện sự biến đổi dữ liệu hoặc sự trao đổi dữ liệu theo các yêu cầu đã định trước.

Câu hỏi và bài tập

1. Chuyển đổi các số sau từ hệ thập phân sang hệ nhị phân; 709; 451; 600; 315,42; 181,99.
2. Chuyển đổi các số sau từ hệ nhị phân sang hệ thập phân:
(1101); (10101); (10011,10); (11100,11).
3. Vẽ biểu đồ xung mô tả nguyên tắc hoạt động của các cổng Logic cơ bản.
4. Trình bày về mạch mã hoá thập phân ra mã BCD.
5. Nêu nguyên tắc hoạt động của các loại FF.
6. Vẽ và phân tích sơ đồ bộ đếm thập phân sử dụng JK - FF, hoạt động không đồng bộ.
7. Phân tích hoạt động của thanh ghi dịch vạn năng.
8. Phân tích bộ chuyển đổi tín hiệu D sang A và bộ chuyển đổi tín hiệu A sang D.
9. Thế nào là bộ vi xử lý, hệ vi xử lý.

Phân tích hoạt động phần cứng của hệ vi xử lý.

Chương 4

CÁC MẠCH ỨNG DỤNG CƠ BẢN

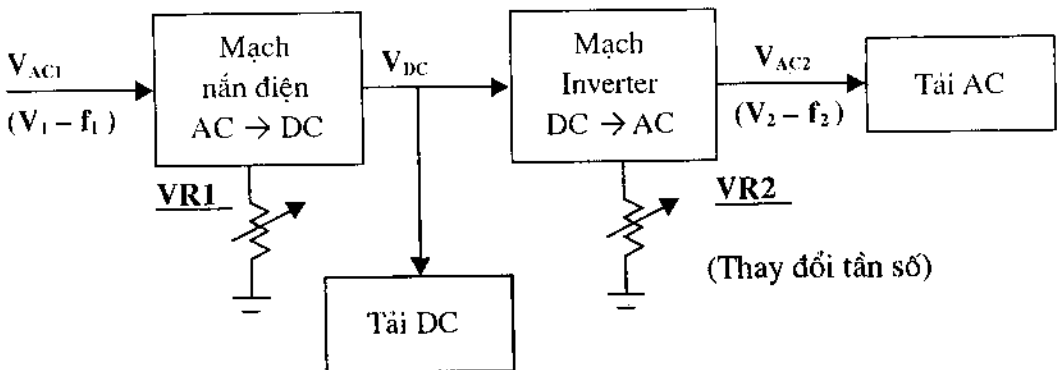
I. MẠCH BIẾN ĐỔI ĐIỆN ÁP MỘT CHIỀU THÀNH XOAY CHIỀU

(Mạch inverter)

1. Đại cương

Trong công nghiệp để tạo nguồn một chiều cấp cho các loại phụ tải DC như động cơ DC, các loại rơ - le DC người ta dùng các loại mạch nắn điện bằng diot hay tiristor để đổi từ nguồn AC ra DC. Trong trường hợp mạch nắn điện bằng tiristor thì ta có thể thay đổi góc kích cho cực G của tiristor.

Trong nhiều trường hợp các loại phụ tải AC trong công nghiệp cần được cung cấp bằng nguồn AC có điện áp và tần số khác với điện áp 220V (hay 380V) và khác với tần số 50Hz của lưới điện công nghiệp. Mạch inverter có tác dụng đổi từ nguồn DC ra nguồn AC mà tần số có thể điều chỉnh theo ý muốn.



Hình 4.1: Mạch chuyển đổi AC → DC, DC → AC

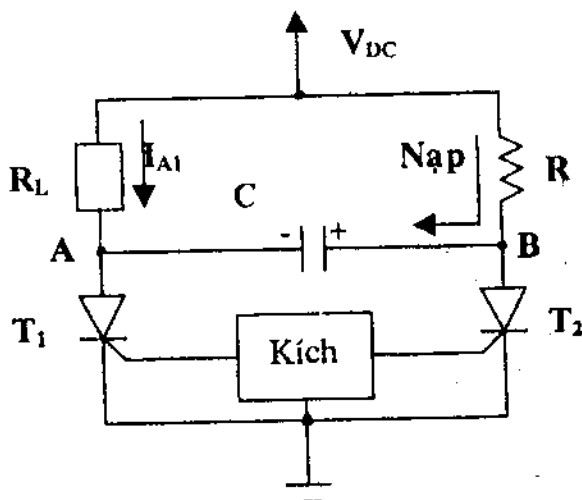
Trong sơ đồ khối hình 4.1, mạch nắn điện nếu dùng tiristor thì mạch có thể điều chỉnh được điện áp V_{DC} ra bằng biến trở VR_1 . Khi V_{DC} bị thay đổi thì điện áp V_2 sau mạch inverter cũng sẽ bị đổi theo. Mạch inverter có thể thay đổi tần

số f_2 của nguồn điện áp bằng biến trở V_{R2} .

Như vậy, nguồn V_{ac2} được tạo ra từ nguồn V_{ac1} nhưng V_1 và F_1 là hằng số trong khi V_2 và F_2 có thể thay đổi được.

2. Phương pháp làm ngưng tiristor đang dẫn

Như đã biết tiristor có tính duy trì trạng thái dẫn điện của nó sau khi đã được kích dẫn nếu tiristor dùng trong nguồn DC.



Hình 4.2: Mạch băm điện áp một chiều

Dựa vào đặc tính kỹ thuật của tiristor người ta có thể làm ngưng tiristor đang dẫn điện trong nguồn DC bằng ba phương pháp:

- Cắt nguồn điện cung cấp cho tiristor.
- Giảm dòng điện I_A qua tiristor xuống dưới trị số dòng định duy trì I_H .
- Tạo điện áp phân cực ngược anốt và catốt để cắt dòng điện qua tiristor.

Mạch điện hình 4.2 được gọi là mạch băm điện áp một chiều vì 2 tiristor T_2 sẽ luôn thay phiên được kích dẫn và kích ngược liên tục tạo theo nhịp xung kích do mạch tạo xung cho ra.

Giả thiết T_1 được kích trước nên dẫn điện và có dòng I_{A1} qua tải R_L khi T_1 dẫn, điểm A coi như nối mass nên tụ C sẽ nạp điện qua điện trở R và có điện áp nạp điện theo chiều A âm, B dương. Điện áp nạp được trên tụ có trị số gần bằng V_{DC} .

Khi T_2 được kích dẫn điện, điểm B coi như nối xuống mass và điểm A sẽ có điện áp âm - V_{CC} do tụ C đang được nạp điện. Điện áp âm này sẽ phân cực

ngược T_1 và T_1 đang dẫn điện sẽ bị ngắt, lúc T_2 dẫn T_1 ngưng và tụ C xả điện qua tải R_L sau khi xả xong tụ C sẽ nạp điện qua R_L và có điện áp nạp được theo chiều ngược lại với hình vẽ.

Tương tự nếu sau đó T_1 lại được kích dẫn điện thì tụ lại xả điện làm phân cực ngược lại T_1 và T_1 ngưng dẫn, mạch trở lại trạng thái ban đầu.

Theo nguyên lý trên, dòng điện qua tải R_L là dòng điện một chiều gián đoạn theo tần số của mạch dẫn xung kích.

Tụ điện C là tụ điện dùng để đổi trạng thái của T_1 - T_2 nên được gọi là tụ điện chuyển mạch có giá trị số được tính theo công thức:

$$C = \frac{1,44 \cdot I_a \cdot t_{\text{off}}}{V_{\text{DC}}}$$

Trong công thức tính trị số tụ C thì t_{off} là thời gian kể từ khi kích T_2 dẫn đến khi tụ xả hết điện áp âm trên tụ.

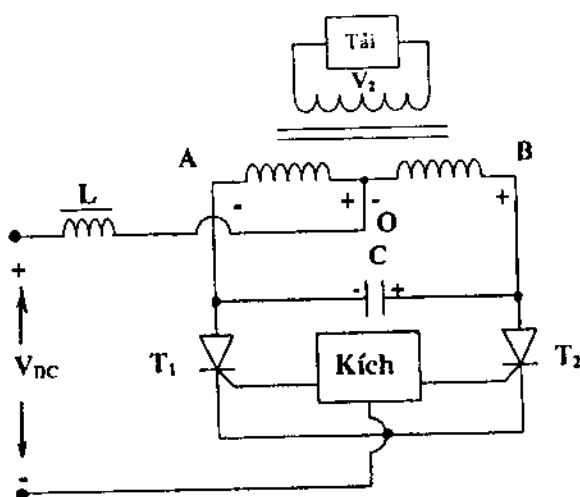
Thí dụ: Dòng tải có $I_A = 500\text{mA}$ - $V_{\text{DC}} = 100\text{V}$ - $t_{\text{off}} = 1\text{ms}$

Trị số C là:

$$C = \frac{1,44 \cdot 0,5\text{A} \cdot 10^{-3}}{100\text{V}} = 7,2\mu\text{F}$$

Do tụ C nạp điện áp đổi chiều liên tục nên phải chọn loại tụ dùng với điện áp xoay chiều.

3. Mạch inverter dòng một pha



Hình 4.3: Mạch inverter dòng một pha

3.1. Sơ đồ: Minh hoạ trên hình 4.3

Biến áp dùng trong mạch này là loại biến áp có điểm giữa ở sơ cấp chia sơ cấp ra 2 phần bằng nhau về số vòng dây và có chiều quấn dây là điểm A đầu và O cuối, điểm O đầu và B cuối.

Cuộn dây L nối tiếp với nguồn một chiều có tác dụng giới hạn dòng điện khi mở điện. Tụ C dùng để nạp và xả điện làm cho tiristor ngưng dẫn gọi là tụ điện chuyển mạch.

3.2. Nguyên lý

Giả thiết T_1 được kích trước nên T_1 dẫn, T_2 ngưng. Lúc đó có dòng điện đi nguồn dương qua cuộn dây L, qua cuộn sơ cấp từ O đến A và qua T_1 trở về nguồn âm.

Lúc đó cuộn sơ cấp AB sẽ cảm ứng điện áp theo nguyên lý biến áp tự ngẫu nên điện áp giữa 2 điểm AB nạp vào tụ C có trị số bằng $2V_{DC}$ và tụ C nạp theo chiều âm ở A và dương ở B (như hình vẽ).

Sau đó nếu có xung kích T_2 thì T_2 dẫn tụ C xả điện áp âm $-2V_{DC}$ làm T_1 ngưng (do T_1 bị phân cực ngược). Bây giờ có dòng điện đi từ nguồn dương qua cuộn dây L, qua cuộn sơ cấp từ O đến điểm B, qua T_2 trở về nguồn âm. Lúc đó cuộn sơ cấp OA cũng sẽ cảm ứng điện áp theo nguyên lý biến áp tự ngẫu nên điện áp giữa 2 điểm AB nạp vào tụ C cũng có trị số bằng hai lần V_{DC} nhưng theo chiều ngược lại và tụ C nạp theo chiều dương ở A và âm ở B (ngược lại với hình vẽ).

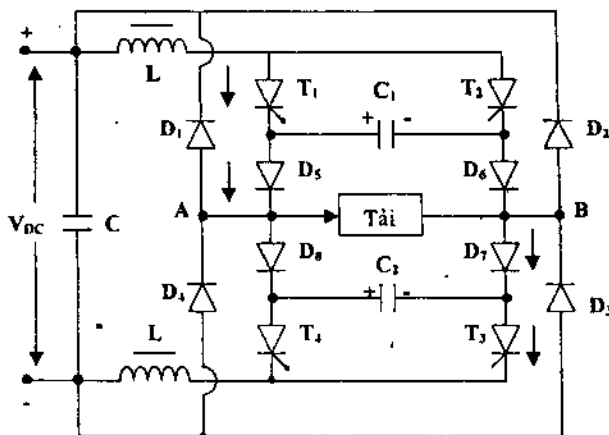
Ở hai trường hợp dòng điện qua hai cuộn sơ cấp chạy ngược chiều nhau nên khi cảm ứng sang thứ cấp sẽ cho ra dòng điện xoay chiều. Dòng điện xoay chiều ra ở thứ cấp, tần số tùy thuộc vào tần số của mạch tạo xung kích.

4. Mạch inverter áp một pha

4.1. Sơ đồ

Mạch inverter áp một pha dùng cầu tiristor từ T_1 đến T_4 chia ra 2 cặp $T_1 - T_3$ và $T_2 - T_4$ được điều khiển luân phiên, thể hiện ở hình 4.4. Tụ C là tụ lọc thành phần xoay chiều và là tụ nạp điện áp phản kháng đưa trả về nguồn.

Hai tụ $C_1 - C_2$ là tụ chuyển mạch để làm ngắt các tiristor đang dẫn, cầu diốt D_1 đến D_4 là mạch nắn điện ngược đưa điện áp phản kháng về tụ lọc C. Cầu diốt từ D_5 đến D_8 dùng để cách ly không cho các tụ chuyển mạch C_1 và C_2 phóng điện qua tải.



Hình 4.4: Mạch inverter áp một pha

Các cuộn dây nối tiếp với nguồn có tác dụng giới hạn dòng ban đầu.

4.2. Nguyên lý

Giả thiết T_1 và T_3 đã được kích và dẫn điện. Dòng điện sẽ đi từ nguồn dương qua $T_1 - D_5 - \text{Tải} - D_7 - T_3$ rồi trở về nguồn âm. Như vậy dòng điện qua tải theo chiều A sang B. Lúc đó A có điện áp của nguồn dương và B có điện áp của nguồn âm nên tụ C_1 và C_2 sẽ nạp điện theo chiều như hình vẽ.

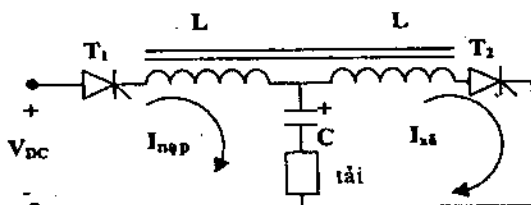
Khi có xung kích cho T_2 và T_4 thì tụ C_1 sẽ xả điện áp âm làm phân cực ngược T_3 như lúc đó $T_1 - T_3$ ngưng và $T_2 - T_4$ dẫn. Dòng điện bây giờ sẽ đi từ nguồn dương qua $T_2 - D_1 - \text{tải} - D_8 - T_4$ rồi trở về nguồn âm.

Như vậy dòng điện qua tải theo chiều từ B sang A.

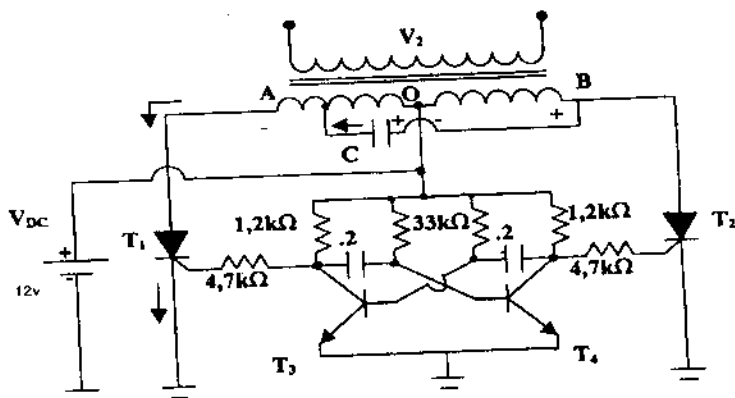
Trường hợp này A có điện áp của nguồn âm, B có điện áp của nguồn dương nên hai tụ $C_1 - C_2$ sẽ nạp điện áp theo chiều ngược lại với hình vẽ để chuẩn bị làm ngắt $T_2 - T_4$. Tần số của dòng điện xoay chiều cấp cho tải chính là tần số của mạch tạo xung kích cho các SCR từ T_1 đến T_4 .

5. Mạch inverter kiểu cộng hưởng nối tiếp

5.1. Sơ đồ



Hình 4.5: Inverter Cộng hưởng nối tiếp



Hình 4.6: Mạch inverter công suất nhỏ

Trong mạch điện hình 4.5 chỉ có dùng 2 tiristor T_1 và T_2 luân phiên được kích để dẫn điện. Hai cuộn dây cũng có tác dụng giới hạn dòng ban đầu khi mở điện.

5.2. Nguyên lý

Giả thiết T_1 được kích nên T_1 dẫn, tụ C nạp điện nên có dòng điện qua tải theo chiều từ nguồn dương qua T_1 - L - tụ C - qua tải như hình vẽ.

Khi tụ C nạp đầy thì dòng điện bằng 0 và T_1 tự ngưng dẫn.

Nếu sau đó cho xung kích T_2 thì T_2 dẫn tụ C xả điện theo chiều từ đầu dương của tụ qua L - T_2 rồi qua tải theo chiều ngược với chiều dòng điện nạp ban đầu.

Mạch này có ưu điểm là dòng điện tải gần giống dạng hình sin, khi bỏ hờ mạch điều khiển thì mạch inverter cũng ngưng hoạt động.

6. Ứng dụng

Mạch inverter có công suất nhỏ: Hình 4.6

Nguồn một chiều là ắc quy 12V sẽ cấp dòng cho cuộn sơ cấp của biến áp. T_1 và T_2 là hai tiristor dùng để điều khiển dòng qua cuộn sơ cấp theo hai chiều ngược nhau và luân phiên.

Hai transistor T_3 - T_4 là mạch dao động đa hài phi ổn tạo ra xung vuông để luân phiên kích cực G của T_1 - T_2 .

Tụ C là tụ điện chuyển mạch sẽ nạp và xả điện để làm ngưng T_1 - T_2 .

Giả thiết T_3 cho ra xung vuông kích cực G_1 làm T_1 dẫn sẽ có dòng từ nguồn dương qua cuộn sơ cấp từ 0 sang A sẽ cảm ứng sang cuộn thứ cấp. Do nguyên

lý của biến áp tự ngẫu cuộn sơ cấp 0B cũng cảm ứng và cho ra điện áp $V_{AB} = 2.V_{DC}$, điện áp này sẽ nạp vào tụ C theo hướng B dương - A âm như hình vẽ.

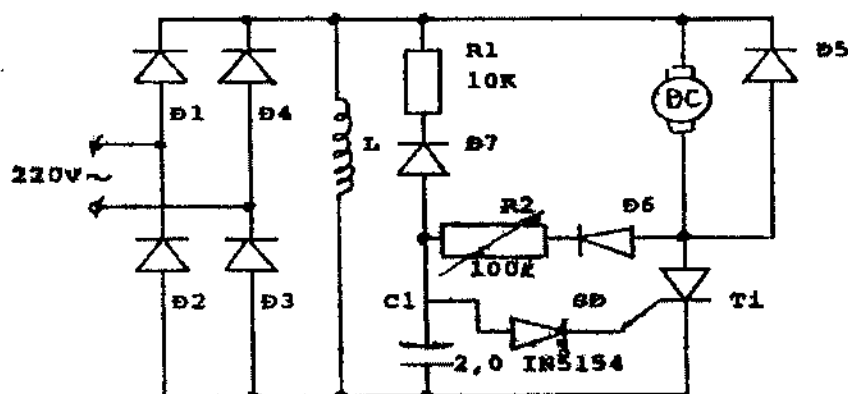
Khi T_4 cho ra xung vuông kích cực G_2 làm T_3 dẫn, tụ C sẽ xả điện làm phân cực ngược T_1 nên T_1 ngưng. Bây giờ có dòng từ nguồn dương qua cuộn sơ cấp từ 0 sang B cũng sẽ cảm ứng sang cuộn thứ cấp. Trường hợp này cuộn sơ cấp A0 cũng cảm ứng sẽ cảm ứng và cho ra điện áp $V_{AB} = 2.V_{DC}$ và điện áp này sẽ nạp vào tụ C theo chiều A dương B âm ngược lại với hình vẽ.

Hai trường hợp dòng điện qua cuộn sơ cấp có chiều ngược nhau nên điện áp cảm ứng trên cuộn thứ cấp sẽ là hai bán kỳ ngược pha. Tần số của dòng điện xoay chiều ra ở thứ cấp chính là tần số của mạch dao động đa hài $T_3 - T_4$.

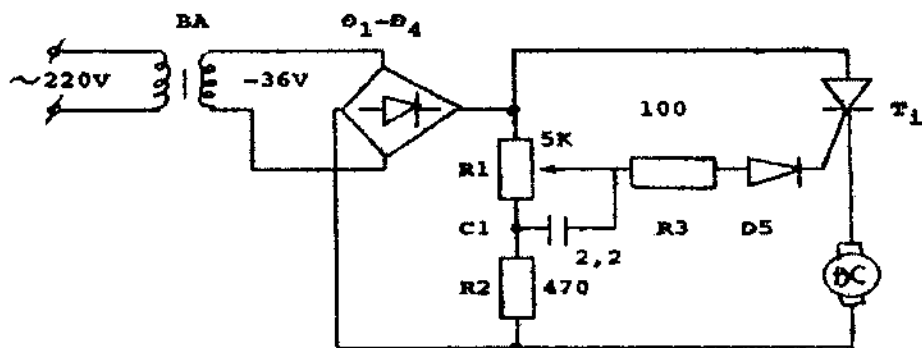
II. MẠCH ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ

1. Mạch điều khiển tốc độ động cơ một chiều

Trên hình 4.7 đưa ra sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển tốc độ động cơ một chiều công suất nhỏ. Trong đó điện áp lưới 220V tạo thành điện áp một chiều nhờ cầu diot $D_1 - D_4$, diot D_5 đảm bảo cho tiristor làm việc ổn định khi có dòng hồi tiếp tác động, tụ C_1 và điện trở R_1 cùng diot D_7 tạo ra điện áp mở tiristor, điện trở R_2 dùng để điều chỉnh điện áp mở tiristor cũng là điều chỉnh tốc độ động cơ theo ý muốn, diot SD là diot 4 miền tiếp giáp tạo ra điện áp điều khiển cực G của tiritor.

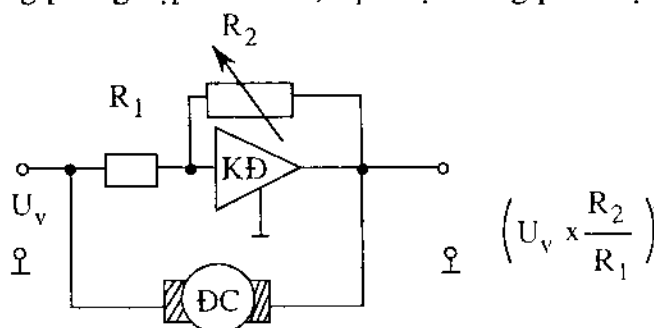


Hình 4.7: Mạch điều khiển tốc độ động cơ một chiều công suất nhỏ

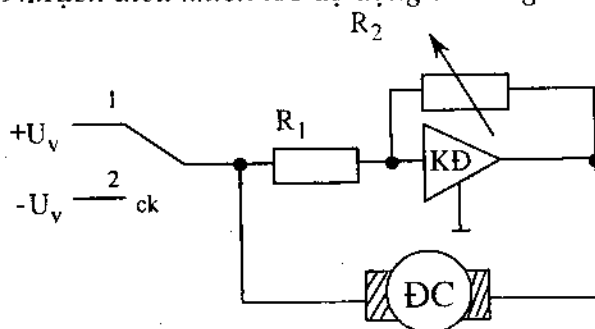


Hình 4.8: Mạch điều khiển động cơ

Khi góc mở của tiristor thay đổi làm cho điện áp đặt trên tiristor thay đổi, đồng thời cũng làm thay đổi điện áp trên động cơ. Cần chú ý chọn tụ C_1 có chất lượng cao để có khả năng phóng nạp dứt điểm, C_1 là tụ không phân cực.



Hình 4.9: Mạch điều khiển tốc độ động cơ dùng vi mạch khuếch đại



Hình 4.10: Mạch điều khiển động cơ

Trên hình 4.8 đưa ra sơ đồ mạch điều khiển động cơ. Nó khác so với mạch 4.7 ở chỗ quá trình điều khiển tiristor được thực hiện nhờ thay đổi điện áp đặt trên cực G của tiristor.

Trên hình 4.9 đưa ra mạch điều khiển tốc độ động cơ dùng vi mạch khuếch đại. Tốc độ của động cơ được điều chỉnh nhờ thay đổi điện trở hồi tiếp, nghĩa là nhờ thay đổi điện áp ra của bộ khuếch đại. Lúc này điện áp nuôi động cơ được xác định.

2. Điều khiển chiều quay của động cơ một chiều

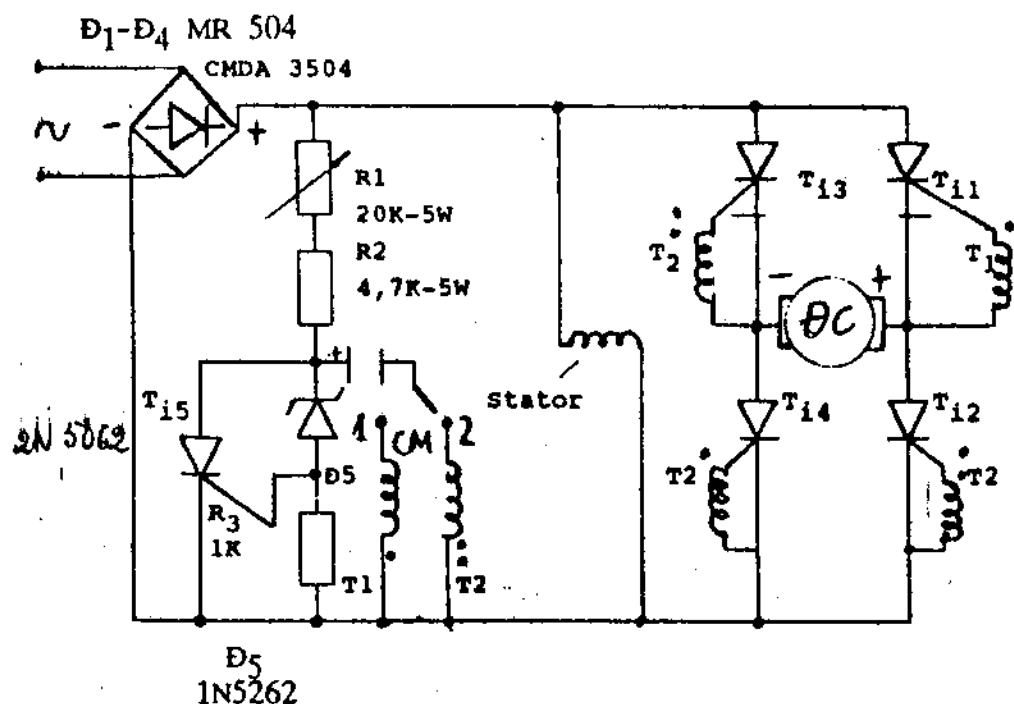
Sơ đồ đơn giản điều khiển chiều quay động cơ một chiều có thể xây dựng trên cơ sở mạch điều khiển động cơ hình 4.9 (xem hình 4.10).

Tùy thuộc vị trí của đảo mạch C_k ta có chiều quay động cơ xác định.

Trên hình 4.11 đưa ra sơ đồ mạch điều khiển chiều quay và tốc độ của động cơ một chiều kích thích song song.

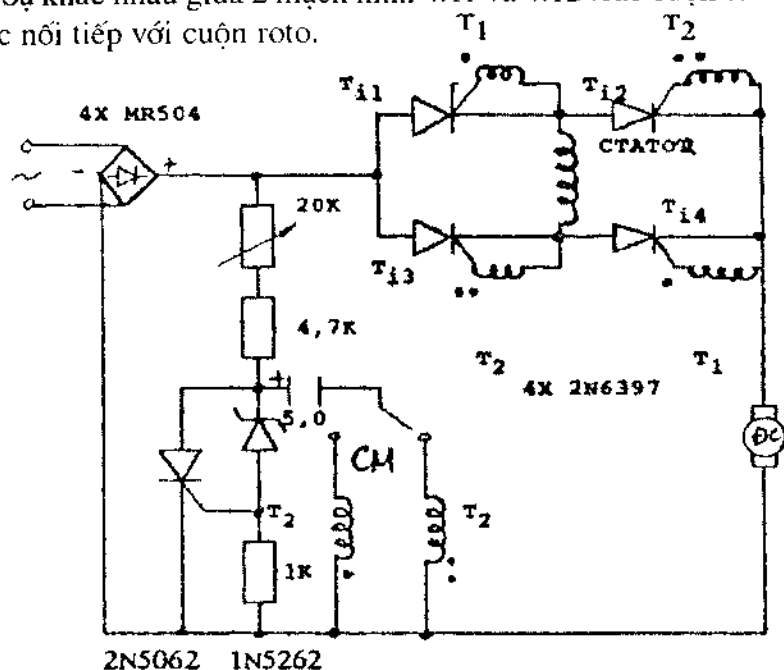
Khi CM ở vị trí 1 các cực g của T_{11} và T_{14} có tín hiệu điều khiển, động cơ quay theo một chiều xác định. Khi CM ở vị trí 2 các cực G của T_{12} và T_{13} có tín hiệu điều khiển, động cơ quay theo chiều ngược lại.

Để điều chỉnh tốc độ động cơ ta thay đổi góc mở của tiristor T_{15} nhờ chiết áp R_1 , nghĩa là ta điều chỉnh điện áp trên cuộn T_1 và T_2 .

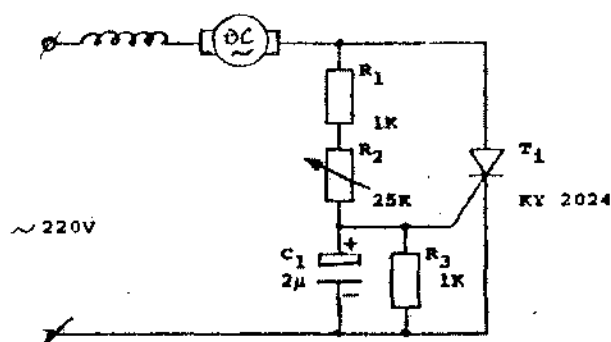


thích nối tiếp. Quá trình điều chỉnh chiều quay và tốc độ động của mạch 4.12 cũng giống như mạch hình 4.11.

Sự khác nhau giữa 2 mạch hình 4.11 và 4.12 : các cuộn startor mắc song song hoặc nối tiếp với cuộn roto.



Hình 4.12: Mạch điều khiển chiều quay và tốc độ động cơ kích thích nối tiếp



Hình 4.13: Mạch điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều nhờ điều chỉnh góc mở

3. Điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều.

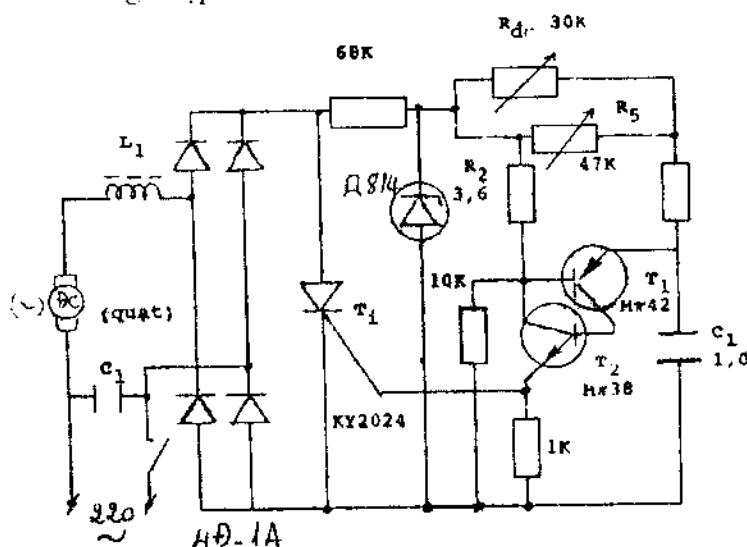
Trên hình 4.13 đưa ra sơ đồ điều khiển tốc độ động cơ xoay chiều nhờ điều chỉnh góc mở của tiristor. Khi ta thay đổi điện trở R₂ sẽ làm điện áp trên cực G

của tiristor thay đổi, từ đó điều chỉnh dòng qua tiristor và động cơ. Cuộn dây L có tác dụng chống phản hồi về nguồn.

Trên hình 4.14 là mạch điều khiển tốc độ quạt trần. Mạch xung điều khiển là mạch bán dẫn với các diốt chỉnh lưu, tiristor, tranzito. Cuộn cảm L_1 và tụ C_1 dùng để dập xung của mạch điều khiển để khỏi ảnh hưởng tới các thiết bị dùng cùng lưới điện. Để điều chỉnh tốc độ dưới của động cơ ta thay đổi điện trở R_2 , để hạn chế tốc độ trên của động cơ ta điều chỉnh R_5 . Chiết áp R_{dc} dùng để thay đổi tốc độ động cơ. Hai tranzito T_1 và T_2 là hai bóng p-n-p và n-p-n trong đó T_2 làm việc ở chế độ khuếch đại lặp lại.

Khi ta điều chỉnh R_{dc} , nhờ quá trình nạp điện trên tụ C_1 sẽ làm cho thiên áp trên bazơ và emitor của T_1 thay đổi, từ đó sẽ làm cho T_1 thông nhiều hay ít, A dẫn tới thay đổi dòng bazơ của T_2 hay thay đổi thiên áp trên emitor của T_2 (thay đổi góc mở tiristor T_1); kết quả là dòng qua động cơ và tiristor được điều chỉnh.

Chú ý mạch này có thể dùng cho quạt trần của Liên xô; nếu điều chỉnh tốt có thể sử dụng sơ đồ này cho các quạt trần loại khác; cần lưu ý là chỉ sử dụng cho quạt trần có vòng chập.



Hình 4.14: Mạch điều khiển tốc độ động cơ

III. ĐIỀU KHIỂN TỪ XA

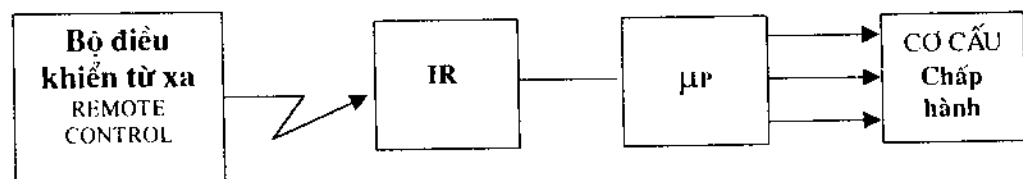
1. Khái quát chung

Ngày nay với sự tiến bộ của nhiều lĩnh vực, lĩnh vực điện tử cũng có những bước tiến nhảy vọt. Kỹ thuật điện tử được ứng dụng nhiều trong các vấn đề điều

khuyến. Các bộ vi xử lý ra đời, nó đã giúp cho việc điều khiển hoạt động của các thiết bị trở nên thuận tiện và phong phú.

Với việc ứng dụng vi xử lý trong các mạch điều khiển nó còn cho phép thực hiện được chức năng điều khiển từ xa.

Bộ điều khiển từ xa là một máy phát hồng ngoại hoặc phát sóng vô tuyến. Hệ thống thu phát điều khiển từ xa bằng hồng ngoại được sử dụng rộng rãi, có thể mô tả nó theo sơ đồ chức năng sau.



Bộ điều khiển từ xa phát ra các xung theo mã nhất định. Ở phần thu có khối thu hồng ngoại. Bộ thu hồng ngoại này biến tia hồng ngoại thu được thành các xung điện để đưa vào bộ vi xử lý. Bộ vi xử lý phát ra các lệnh điều khiển máy theo những chương trình đã được cứng hoá.

Các máy thu phát hồng ngoại có nguyên lý như nhau nhưng mã hoá khác nhau nên thông thường không thể dùng bộ điều khiển từ xa của hãng máy này điều khiển máy của hãng khác.

2. Sơ đồ nguyên tắc bộ điều khiển từ xa (Hình 4.15)

Bộ điều khiển từ xa gồm một bàn phím bấm, một IC mã hoá bàn phím, một transistor công suất và diot phát hồng ngoại.

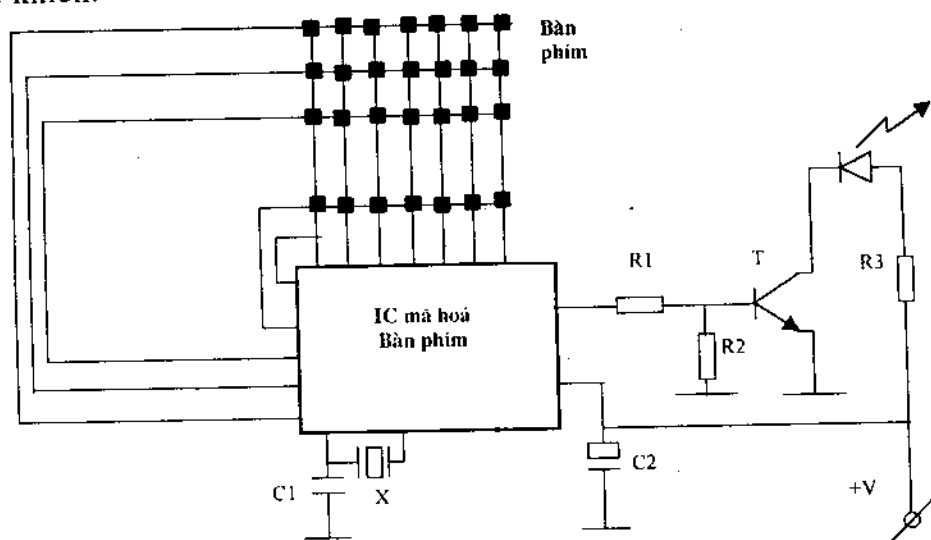
Bàn phím bấm lập thành một ma trận cho phép tạo ra nhiều chức năng khác nhau. Ma trận này được quét bởi một bộ tạo sóng trong IC với thạch anh vài trăm KHz.

Khi bấm một phím, từ ma trận bàn phím, tín hiệu được đưa vào IC và từ đầu ra của IC, nó sẽ phát ra những mã nhị phân, tương ứng với một chuỗi xung vuông có số lượng bit nhất định. Mỗi bit trong một chuỗi xung có ý nghĩa khác nhau. Các xung từ IC được transistor khuếch đại. Transistor có tải là diot hồng ngoại. (Diot hồng ngoại là loại diot khi dẫn điện thì phát ra tia hồng ngoại).

Phần thu hồng ngoại nằm trong máy được điều khiển. Phần thu hồng ngoại nhận tia hồng ngoại thì sẽ cho dòng điện đi qua. Lệnh truyền gồm các bit trong chuỗi xung được thu, truyền tới bộ khuếch đại.

Bộ khuếch đại, khuếch đại và sửa dạng các xung thu được rồi đưa vào IC

vi xử lý của máy. Dựa theo các xung thu được IC vi xử lý đưa ra các lệnh điều khiển.



Hình 4.15: Sơ đồ nguyên tắc bộ điều khiển từ xa

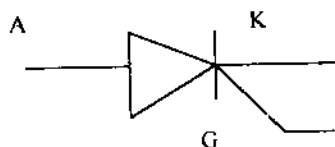
IV. MẠCH CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN

1. Khái niệm chung

Bộ chỉnh lưu một pha có điều khiển được xây dựng trên cơ sở của phương pháp điều chỉnh điện áp trên tải theo pha, mà trong đó các phần tử chỉnh lưu được đóng mở theo pha điện áp điều khiển. Các phần tử chỉnh lưu có điều khiển chính là các tiristo.

Tiristo là một bán dẫn có 3 cực: Anôt A, Katôt K và cực điều khiển G. Khi cực G có xung dương với biên độ đủ lớn làm cho tiristo mở.

Còn khi tác động lên cực G xung âm làm cho tiristo đóng lại. Cấu tạo, nguyên tắc hoạt động của tiristo đã được xét kỹ ở chương I: "Linh kiện điện tử" nên ở đây ta không xét lại nữa.



Mạch chỉnh lưu một pha có điều khiển được xây dựng tương tự như các mạch chỉnh lưu đã xét. Sau đây ta chỉ giới hạn xét một số mạch thông dụng.

Bộ chỉnh lưu có điều khiển dùng tiristo có ưu điểm so với các mạch chỉnh lưu đã xét:

- Điện áp ra có thể điều chỉnh ở dải rộng từ 0 đến $0,9U_o$ nhờ thay đổi pha của điện áp điều khiển.

- Dùng với tải có công suất lớn;

- Dùng thích hợp với các tải kháng - trở

Vì điện áp chỉnh lưu được điều chỉnh theo pha nên trong biểu đồ điện áp ta biểu diễn mối quan hệ giữa điện áp và pha đóng mở của các tiristo (θ), ở đây $\theta = 2\pi ft = 2\pi t/T$.

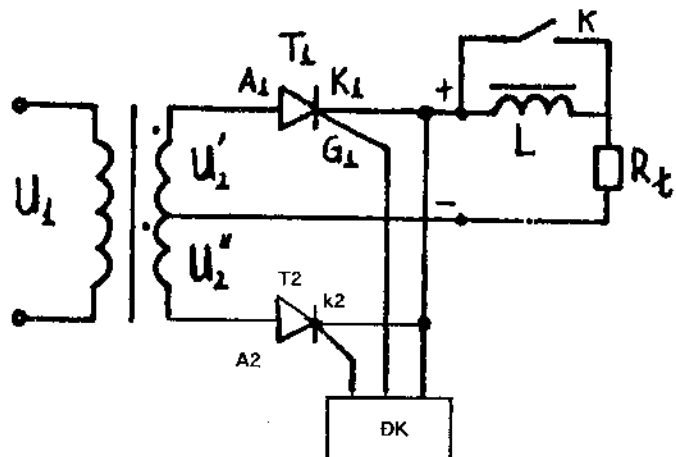
f- tần số điện áp chỉnh lưu

t- thời gian

T- chu kỳ của điện áp chỉnh lưu

2. Mạch chỉnh lưu dùng hai tiristo

Vì sử dụng ở tải có công suất lớn nên mạch chỉnh lưu có điều khiển dùng một tiristor ít được sử dụng do hiệu suất thấp, độ bằng phẳng của điện áp ra kém. Do đó trong thực tế người ta dùng bộ mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với hai tiristor.



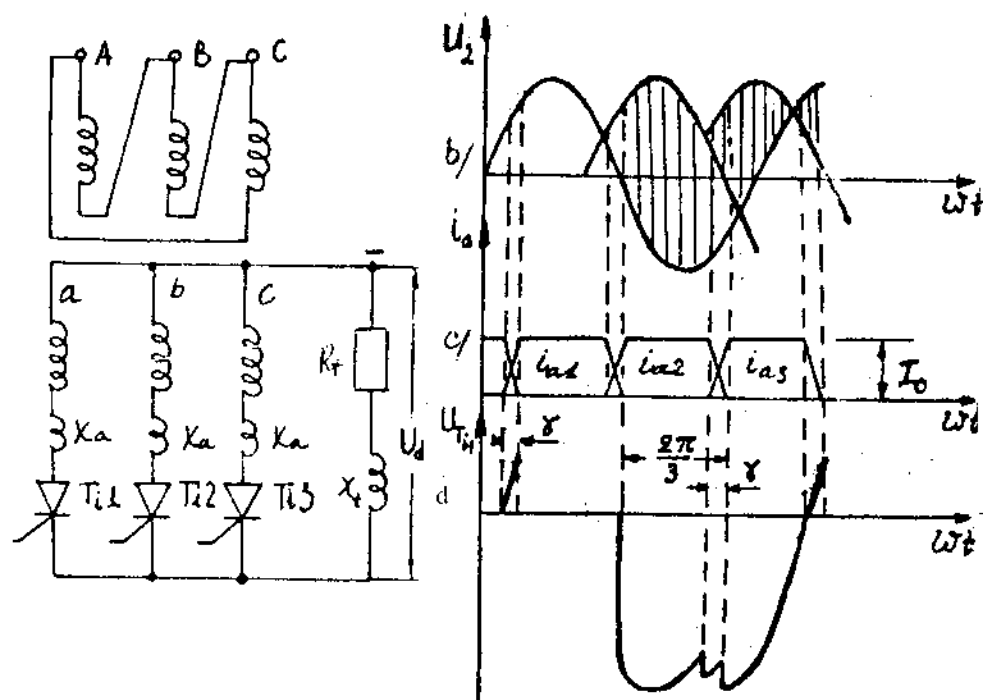
Hình 4.16: Mạch chỉnh lưu dùng hai tiristo

Trên hình 4.16 đưa ra sơ đồ nguyên lý của mạch chỉnh lưu hai nửa chu kỳ với hai tiristo. Bộ điều khiển (ĐK) ở đây tạo ra điện áp điều khiển theo pha θ . Khoá K có tác dụng thay đổi đặc tính tải của mạch chỉnh lưu. Nếu mạch điều khiển luôn có xung điện áp đưa ra tới cực G thì hai tiristo làm việc như hai diot chỉnh lưu mắc theo sơ đồ chỉnh lưu hai nửa chu kỳ.

Còn nếu như không có xung điều khiển thì hai tiristo thường xuyên ở trạng thái đóng mặc dù trên anốt của chúng có điện thế dương so với catốt.

3. Bộ chỉnh lưu ba pha có điều khiển

Bộ chỉnh lưu 3 pha công suất lớn có điều khiển có thể dùng đèn khí hoặc tiristor. Ở đây chỉ nghiên cứu bộ chỉnh lưu dùng tiristor để điều khiển.



Hình 4.17: Chỉnh lưu ba pha có điều khiển

3.1. Bộ chỉnh lưu 3 pha có điều khiển có điểm trung tính

$$x_a \neq 0, x_t \rightarrow \infty$$

Hình 4.17 là sơ đồ nguyên lý bộ chỉnh lưu 3 pha có điều khiển dùng tiristor.

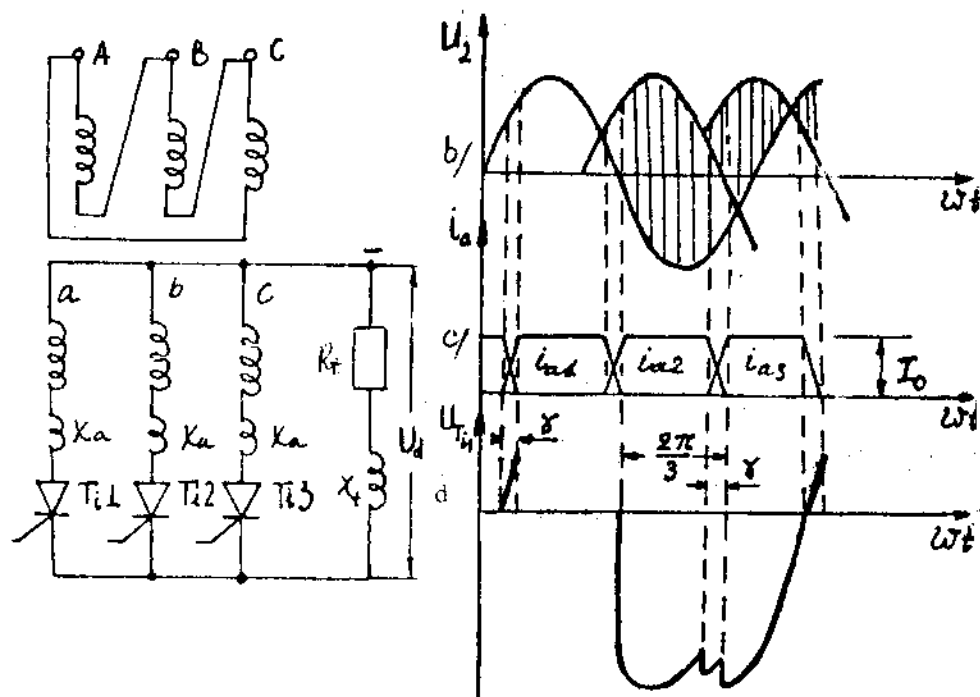
Trong mạch chỉnh lưu này do các tiristor được khống chế nên khác với các mạch chỉnh lưu dùng diot ở chỗ các tiristor bắt đầu dẫn điện muộn hơn 1 góc α , sau đó là khoảng thời gian chuyển mạch ứng với góc chuyển mạch γ . Dòng điện qua tiristor tăng lên đến giá trị ổn định I_0 và giữ nguyên giá trị này trong khoảng $2\pi/3 - \gamma$, sau đó dòng điện lại giảm xuống trong khoảng γ do quá trình chuyển mạch. Vậy góc pha dẫn điện toàn phần của mỗi tiristor là $(2\pi/3 - \gamma)$.

Do ảnh hưởng của sự điều khiển tiristor và quá trình chuyển mạch gây ra bởi các X_a nên dạng đường cong sụt áp trên mỗi tiritor (hình 4.17d vẽ cho T_{11}) sẽ có

Còn nếu như không có xung điều khiển thì hai tiristo thường xuyên ở trạng thái đóng mặc dù trên anốt của chúng có điện thế dương so với catốt.

3. Bộ chỉnh lưu ba pha có điều khiển

Bộ chỉnh lưu 3 pha công suất lớn có điều khiển có thể dùng đèn khí hoặc tiristor. Ở đây chỉ nghiên cứu bộ chỉnh lưu dùng tiristor để điều khiển.



Hình 4.17: Chỉnh lưu ba pha có điều khiển

3.1. Bộ chỉnh lưu 3 pha có điều khiển có điểm trung tính

$$x_a \neq 0, x_f \rightarrow \infty$$

Hình 4.17 là sơ đồ nguyên lý bộ chỉnh lưu 3 pha có điều khiển dùng tiristor.

Trong mạch chỉnh lưu này do các tiristor được khống chế nên khác với các mạch chỉnh lưu dùng diot ở chỗ các tiristor bắt đầu dẫn điện muộn hơn 1 góc α , sau đó là khoảng thời gian chuyển mạch ứng với góc chuyển mạch γ . Dòng điện qua tiristor tăng lên đến giá trị ổn định I_0 , và giữ nguyên giá trị này trong khoảng $2\pi/3 - \gamma$, sau đó dòng điện lại giảm xuống trong khoảng γ do quá trình chuyển mạch. Vậy góc pha dẫn điện toàn phần của mỗi tiristor là $(2\pi/3 - \gamma)$.

Do ảnh hưởng của sự điều khiển tiristor và quá trình chuyển mạch gây ra bởi các X_a nên dạng đường cong sụt áp trên mỗi tiristor (hình 4.17d vẽ cho T_{i1}) sẽ có

dạng thay đổi 4.17d. Giá trị U_{Ti} bằng độ cao của các đoạn gạch đứng trên hình 4.17b. Điện áp ngược đặt trên tiristor đạt giá trị cực đại khi $\alpha < 90^\circ$.

Giá trị dòng điện trung bình qua tiristor được tính (I_a):

$$I_a = 0,33 I_d$$

I_a - dòng trung bình qua tải

Dòng hiệu dụng qua cuộn thứ cấp biến áp (I_2):

$$I_2 = 0,58 I_d$$

Điện áp pha hiệu dụng trên cuộn thứ cấp biến áp:

$$U_2 = \frac{U_{d0}}{1,17}$$

U_{d0} là điện áp trung bình trên tải khi góc mở tiristor $\alpha = 0$

Công suất tính toán của biến áp:

$$P_{BA} = (1,35 - 1,46) P_d$$

P_a - Công suất trên tải

Đặc tính điều chỉnh của mạch chỉnh lưu với tải kháng trở:

$$U_{id} = U_{d0} \cos \alpha$$

Nếu tải là thuần trở thì đặc tính điều chỉnh có dạng:

$$U_{ib} = U_{d0} \cos \alpha \text{ khi } \alpha < \pi/6$$

$$U_{ib} = \frac{U_{d0}}{\sqrt{3}} [1 + \sin(\frac{\pi}{3} - \alpha)] \text{ khi } \alpha > \frac{\pi}{6}$$

3.2. Bộ chỉnh lưu 3 pha cầu dùng tiristor, $x_a = 0$, $x_t = \infty$

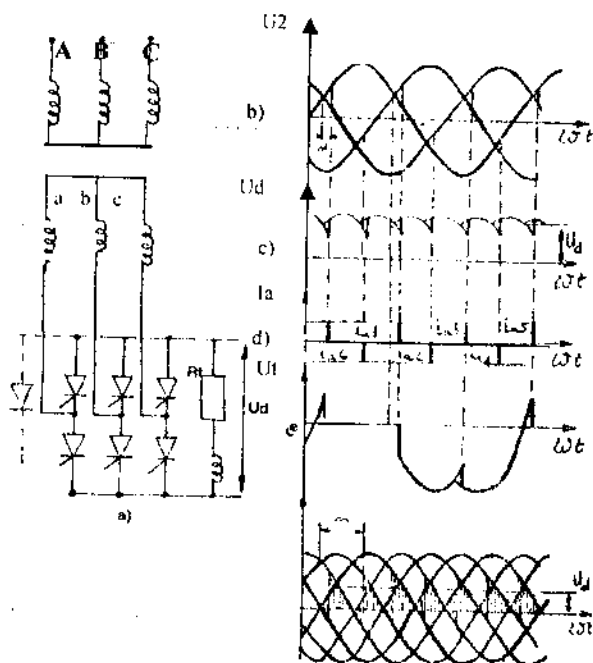
Sơ đồ mạch điện như hình vẽ 4.18

Nhìn các đồ thị điện áp và dòng điện về cơ bản giống sơ đồ mắc cầu bằng diot. Chỗ khác nhau là tiristor bị điều khiển nên chúng dẫn điện chậm sau một góc α đó (Hình 4.18 b, c). Ta thấy giá trị trung bình của U_d giảm đi. Nếu thay đổi góc α đó thì có thể thay đổi được U_d , nghĩa là thay đổi thời điểm đưa xung điều khiển vào cực điều khiển của tiristor, ta có thể thay đổi được U_d .

Thường $x_t \rightarrow \infty$ nên các dòng điện qua tiristor coi như bằng phẳng (Hình 4.18 d). Cũng do có góc điều khiển α nên điện áp trên các tiristor có dạng biến đổi so với trường hợp dùng cầu diot (Thí dụ trên T_{11} như hình 4.18c).

Đặc biệt trường hợp α trong khoảng $0^\circ < \alpha < 90^\circ$ thì đường cong điện áp U_d có phần âm, khi đó giá trị trung bình của U_d giảm xuống và khi $\alpha = 90^\circ$ thì

$U_d = 0$ (Hình 4.18 g). Để cắt bỏ phần âm ta có thể mắc 1 điốt D_o . Khi tải thuần trở thì phần $U_d < 0$ không có mà chỉ có phần $U_d > 0$, khi $\alpha = 120^\circ$ thì $U_d = U_{do}$. $U_d = U_{do} \cdot \cos\alpha$, trong đó U_{do} là giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu khi $\alpha = 0$.



Hình 4.18: Bộ chỉnh lưu ba pha cầu dùng tiristor

Các tham số của mạch

- Giá trị dòng điện trung bình qua tiristor

$$I_a = 0,33 I_d$$

- Dòng hiệu dụng qua cuộn thứ cấp biến áp

$$I_2 = 0,82 I_d$$

- Điện áp pha hiệu dụng cuộn thứ cấp biến áp

$$U_2 = \frac{U_{do}}{1,35}$$

- Công suất tính toán của biến áp

$$P_{ba} = 1,045 P_d$$

- Đặc tính điều chỉnh của mạch với tải kháng trở

$$U_{tb} = U_{do} \cos \alpha$$

- Nếu tải là thuần trở thì đặc tính điều chỉnh có dạng

$$U_{tb} = U_{dn} \cos \alpha; \quad \text{với } < \frac{\pi}{3}$$

$$U_{tb} = U_{dn} [1 + \sin (\frac{\pi}{6} - \alpha)] \quad \text{với } > \frac{\pi}{3}$$

V. MẠCH ĐIỀU KHIỂN TRONG MÁY ĐIỀU HOÀ NHIỆT ĐỘ

1. Khái quát chung

Máy điều hoà nhiệt độ là thiết bị điện dùng để thay đổi nhiệt độ, độ ẩm, tốc độ gió và lọc bụi của môi trường không khí trong các phòng ở, làm việc v.v..

Có rất nhiều loại máy điều hoà nhiệt độ khác nhau. Tạm thời có thể phân loại như sau.

- Theo chức năng (chế độ làm việc) có các loại:

+ Máy một chức năng (thường gọi là máy một chiều) máy chỉ làm việc ở chế độ làm lạnh.

+ Máy hai chức năng (thường gọi là máy hai chiều) máy có thể làm việc ở chế độ làm lạnh hoặc chế độ làm nóng.

Ngoài hai chức năng trên, cỡ loại máy còn thêm chức năng khác như hút ẩm, thông gió, lọc bụi.

- Theo kết cấu của máy có các loại.

+ Máy một khối: Máy được chế tạo và lắp ráp thành một khối.

+ Máy hai khối: Máy được chế tạo và lắp ráp thành hai khối riêng biệt.

+ Máy nhiều khối: Máy gồm một khối ngoài cấp lạnh cho hai hoặc ba khối trong, đặt ở các vị trí khác nhau trong phòng.

- Theo phương pháp điều khiển máy, có các kiểu máy sau:

+ Điều khiển trực tiếp: Các nút, phím điều khiển chế độ làm việc của máy gắn trên mặt máy.

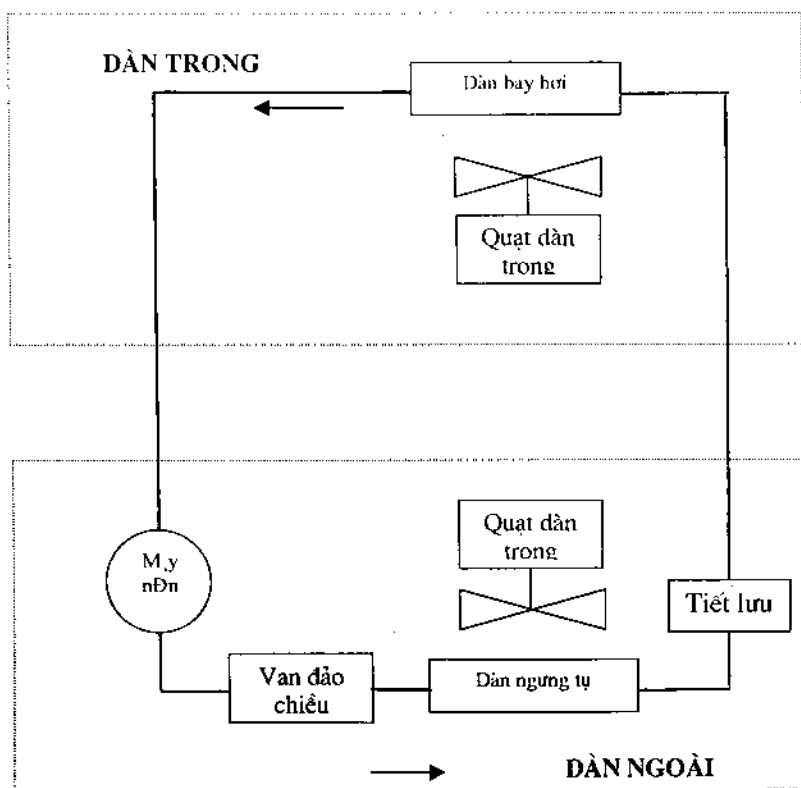
+ Điều khiển dây: Bộ điều khiển để riêng ngoài máy và được nối với máy bằng hệ thống dây dẫn điện điều khiển (cáp điều khiển) dài độ hai mét.

+ Điều khiển từ xa: Bộ điều khiển máy được chế tạo riêng biệt để ngoài. Trong đó có bộ phận phát ra tia hồng ngoại đã được mã hoá để truyền tín hiệu điều khiển tới bộ phận thu gắn trên mặt máy điều hoà nhiệt độ. Theo nội dung của mã thu được, máy sẽ làm việc theo chế độ mà người sử dụng đã định trên bộ điều khiển.

2. Nguyên tắc hoạt động của máy điều hoà không khí

Máy điều hoà nhiệt độ đã được đưa vào phục vụ cho cuộc sống của con người hàng trăm năm nay. Nó tạo ra một môi trường sống dễ chịu và thoải mái cho con người trong sinh hoạt và lao động. Khoa học kỹ thuật được ứng dụng vào việc điều khiển máy điều hoà khiến nó càng trở nên gần gũi, tiện lợi và dần trở thành một thiết bị gia dụng không thể thiếu được của mỗi gia đình.

Một máy điều hoà nhiệt độ bao gồm 5 bộ phận cơ bản: máy nén, dàn ngưng tụ, dàn bay hơi, van tiết lưu, quạt giải nhiệt. Ngoài ra còn có thêm van đảo chiều để thành máy 2 chiều (heat pump). Xem hình vẽ 4-19.



Hình 4.19: Các bộ phận chính của máy điều hoà nhiệt độ

Máy nén, nén môi chất ở dạng hơi lên áp suất và nhiệt độ cao để hơi môi chất ngưng tụ thành dạng lỏng ở dàn ngưng. Tại van tiết lưu tiết diện ống bị thu hẹp đột ngột làm cho môi chất lỏng bị giảm áp suất xuống một mức thích hợp rồi được đưa vào dàn bay hơi. Ở dàn bay hơi ga lỏng sẽ được chuyển thành dạng hơi và được hút về máy nén, kết thúc một vòng tuần hoàn của môi chất lạnh.

Quá trình bay hơi bao giờ cũng đi kèm với hiện tượng thu nhiệt và ngược lại quá trình ngưng tụ thường đi kèm với hiện tượng tỏa nhiệt. Khi dùng quạt cưỡng bức không khí đi qua các dàn này thì ta sẽ có được không khí có nhiệt độ như mong muốn.

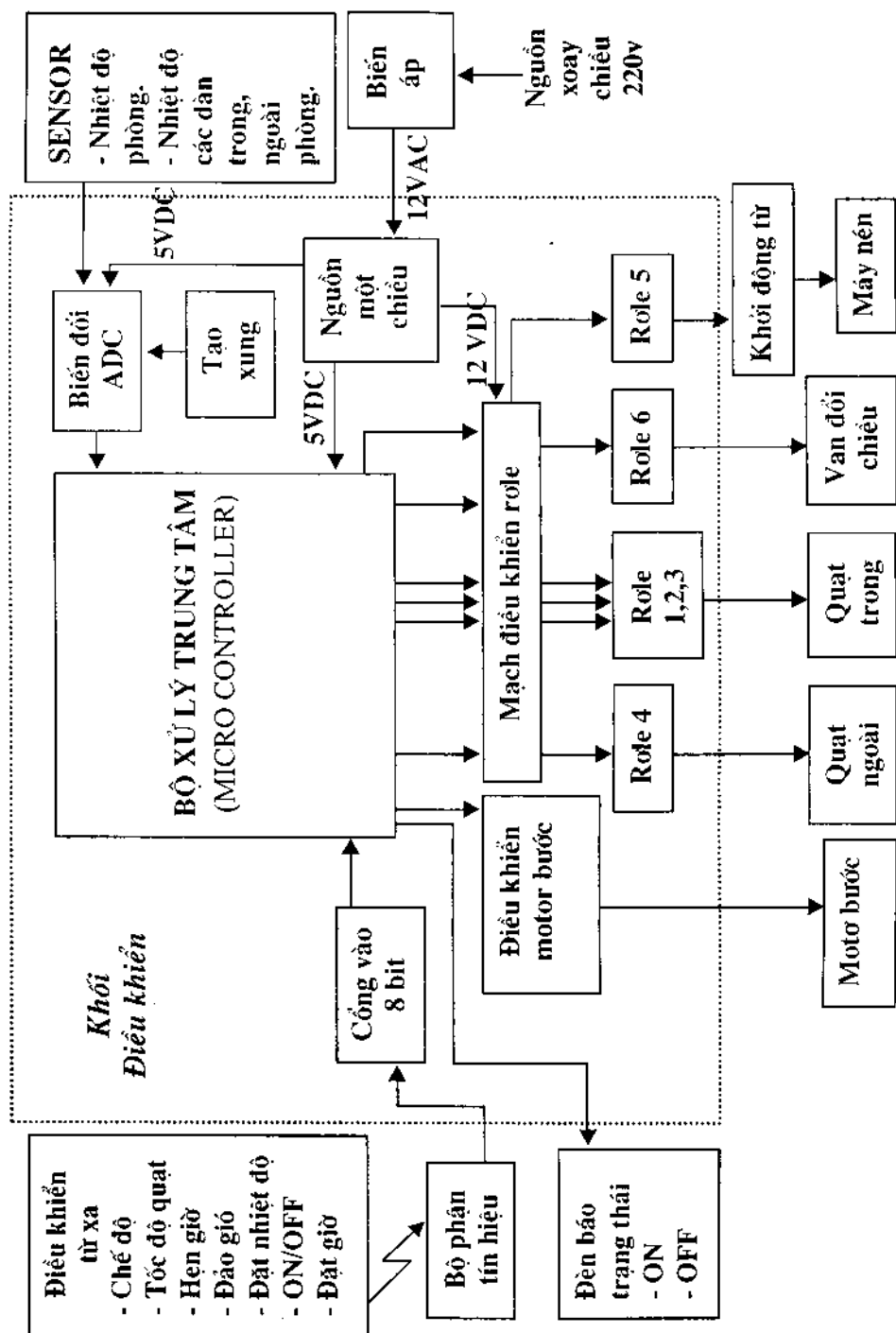
Van đảo chiều là một bộ phận không thể thiếu trong máy điều hoà hai chiều (heat pump). Nhiệm vụ của nó là thay đổi hướng dòng môi chất lạnh trong hệ thống để thay đổi chức năng của dàn bay hơi và dàn ngưng tụ. Trong chu trình trên, nếu cho môi chất đi theo chiều ngược chiều kim đồng hồ thì dàn trong nhà sẽ trở thành dàn bay hơi (dàn lạnh) thu nhiệt của môi trường, làm không khí trong phòng trở nên mát. Còn nếu cho môi chất đi thuận theo chiều kim đồng hồ, dàn trong nhà sẽ trở thành dàn ngưng tụ (dàn nóng) tỏa nhiệt, làm ấm không khí trong phòng.

3. Sơ đồ khối tổng quát của mạch điều khiển

3.1. Sơ đồ khối

Từ khi máy điều hoà được đưa vào ứng dụng trong cuộc sống, các bộ phận của nó hầu như không có mấy thay đổi nhưng phần điều khiển càng ngày càng trở nên hoàn thiện hơn. Trước kia, việc bật tắt máy hoàn toàn chỉ do bộ cảm biến nhiệt độ là các hộp xếp dân nở quyết định, không có chương trình điều khiển nào khác. Ngày nay, mạch điều khiển đã được lập trình sẵn cho phép nhận rất nhiều thông số đầu vào, xử lý chúng rồi đưa ra các đầu ra có các tác dụng khác nhau. Việc điều khiển máy điều hoà đã trở nên đơn giản hơn và có độ tin cậy cao hơn nhờ có các bộ vi điều khiển. Và cũng nhờ vào các bộ vi điều khiển này mà chúng ta không chỉ dừng ở mức bật tắt máy mà còn có thể đặt nhiều chức năng hơn như: chọn chế độ làm việc khác nhau, hẹn giờ bật tắt, điều khiển từ xa, chọn chế độ tiết kiệm năng lượng, tự chẩn đoán sự cố, điều chỉnh năng suất lạnh ở các mức khác nhau, cùng nhiều chức năng bảo vệ khác...

Sơ đồ khối của mạch điều khiển máy điều hoà nhiệt độ được minh hoạ trong hình 4.20.



Hình 4.20: Sơ đồ khối của bộ điều khiển trong máy điều hòa nhiệt độ

3.2. Chức năng của từng khối

Đèn LED “UNIT ON”: Ngoài việc báo máy đang hoạt động, nó còn có tác dụng báo lỗi. Mỗi khi phát hiện sự cố, vi điều khiển dừng tất cả và tự khởi động lại sau 3 phút. Nếu sau 5 lần như vậy mà vẫn không hết lỗi, máy sẽ nghỉ hẳn và đèn UNIT ON sẽ nhấp nháy theo chu kỳ. Mỗi một chu kỳ nhấp sẽ báo một sự cố khác nhau.

Đèn LED “TIMER”: Báo máy đang trong chế độ hẹn giờ.

Bộ phận tín hiệu (RECEIVER): Thu các tín hiệu hồng ngoại phát ra từ điều khiển từ xa, giải mã rồi biến đổi thành tín hiệu song song đưa đến cổng vào.

Cổng vào 8 BIT: Nhận tín hiệu từ bộ nhận, lọc nhiễu, ổn định và khuếch đại tín hiệu đưa vào bộ xử lý trung tâm.

MOTOR bước: Dùng để mở cánh hướng gió lên hoặc xuống ở vị trí mong muốn, hoặc tự động đảo trong một góc được lập trình sẵn để phân phối gió đều khắp phòng.

Quạt dàn trong: Có 3 tốc độ được lựa chọn trên điều khiển từ xa tùy theo yêu cầu của người sử dụng. Nếu để ở chế độ tự động, tốc độ quạt sẽ được điều khiển bởi bộ vi điều khiển: khi mới chạy quạt sẽ ở tốc độ cao để cưỡng bức không khí lưu thông nhanh. Khi nhiệt độ trong phòng gần đạt đến nhiệt độ mong muốn, tốc độ quạt sẽ tự động giảm dần.

Quạt dàn ngoài: Chỉ có một tốc độ và thường chạy cùng lúc với máy nén. Tuy nhiên ở chế độ sưởi ấm, để bảo vệ dàn trong không bị quá nóng hoặc bảo vệ dàn ngoài không bị bám tuyết, quạt này có thể bị dừng trong khi máy nén vẫn chạy.

Van đổi chiều: Khi được cấp điện nó sẽ tác động làm thay đổi chiều đi của dòng môi chất lạnh trong hệ thống và làm máy có thêm chức năng sưởi ấm.

Đầu đo nhiệt độ (SENSOR): Dùng các loại cảm biến dựa trên quan hệ nhiệt - điện trở. Đầu ra của nó là điện áp một chiều trong dải từ 0 - 5V.

Khối biến đổi tương tự số ADC: Biến tín hiệu analog từ sensor đưa vào thành tín hiệu dạng số đưa đến bộ vi điều khiển để xử lý.

Mạch tạo xung: Để tạo ra xung Clock cấp cho bộ chuyển đổi ADC.

Khối nguồn một chiều: Biến đổi điện áp 12V xoay chiều sau biến áp thành điện áp 5V và 12V một chiều cấp cho bộ xử lý trung tâm, bộ chuyển đổi ADC và khối mạch điều khiển role, mạch điều khiển motor bước.

Điều khiển từ xa: Có các phím bấm và màn hình tinh thể lỏng để người sử dụng có thể thiết lập các chế độ hoạt động cho máy. Sau khi được mã hoá, các nội dung này được phát đi dưới dạng sóng hồng ngoại đến bộ nhận hồng ngoại.

3.3. Các chế độ hoạt động cơ bản của máy điều hoà nhiệt độ

- Làm lạnh: Quạt và máy nén chạy để hạ nhiệt độ trong phòng đến nhiệt độ đặt trên điều khiển từ xa.

- Sưởi ấm: Làm tăng nhiệt độ trong phòng đến nhiệt độ đặt trên điều khiển từ xa.

- Hút ẩm: Thực chất là chế độ làm lạnh nhưng tốc độ quạt của dàn trong và dàn ngoài được bật hay tắt do bộ xử lý trung tâm điều khiển tùy theo nhiệt độ phòng.

- Chế độ tự động (auto mode): Tốc độ quạt và chế độ làm lạnh hoặc sưởi ấm được bộ điều khiển trung tâm tự động chọn tùy theo nhiệt độ trong phòng.

- Chế độ hẹn giờ: Máy sẽ bật hoặc tắt tại thời điểm đặt trước.

3.4. Trình tự hoạt động của máy điều hoà

- Khi bấm phím ON/OFF, các role sẽ đóng hoặc hở mạch phụ thuộc vào các thông số đặt trên điều khiển từ xa:

Role K1, K2, K3 được điều khiển tùy theo việc chọn tốc độ quạt.

Role K4, K5, K6 (quạt, máy nén, van đảo chiều) được đóng hoặc mở tùy theo chế độ được chọn (lạnh, nóng, hút ẩm).

- Máy sẽ chạy hoặc dừng tùy theo sự chênh lệch giữa nhiệt độ đặt trên điều khiển với nhiệt độ thực trong phòng do đầu cảm biến nhiệt độ báo về.

- Nếu quạt trong nhà được đặt ở chế độ AUTO, tốc độ quạt được điều khiển tự động tùy theo sự chênh lệch giữa nhiệt độ đặt trên điều khiển với nhiệt độ thực trong phòng do cảm biến nhiệt độ báo về.

- Khi ấn nút ON/OFF lần nữa, tất cả các role đều ngắt và máy dừng hẳn.

4. Bộ điều khiển máy điều hoà nhiệt độ kiểu hai khối

4.1. Sơ đồ khối và chức năng các khối

Ngày nay, các bộ điều khiển máy được chế tạo và hoạt động trên cơ sở sử dụng các linh kiện vi điện tử và kỹ thuật vi xử lý. Chúng có một số ưu việt hơn với kiểu có điện trước đây, như:

- Mở rộng các chức năng làm việc của máy. Máy làm việc theo chế độ đặt trước hoặc hẹn giờ chạy, hẹn giờ dừng, chạy tự động.

- Kiểm soát các thông số làm việc của máy ở các chế độ được kịp thời, chính xác như: nhiệt độ, áp suất, điện áp, dòng điện, thời gian. Hiển thị rõ ràng bằng đèn hiệu hoặc bằng số.

- Bảo vệ an toàn cho các máy hoạt động tin cậy.

- Tăng độ bền tuổi thọ của máy.

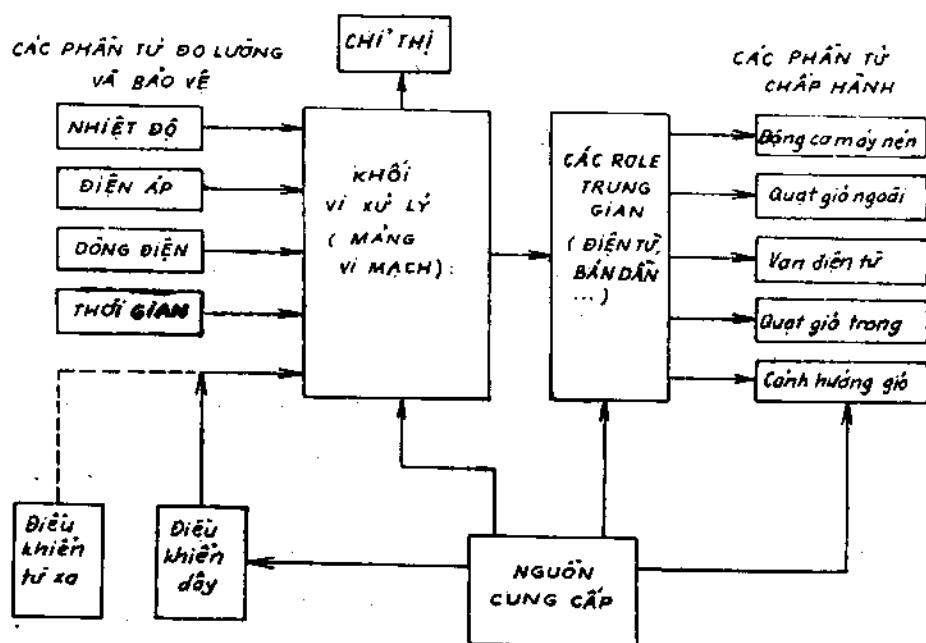
- Đảm bảo việc điều khiển, sử dụng máy được thuận tiện, dễ dàng cho người sử dụng.

Có hai kiểu điều khiển: kiểu dây và kiểu điều khiển từ xa. Sơ đồ nguyên tắc của bộ điều khiển được thể hiện ở hình 4.21.

Bàn phím điều khiển dùng để:

- Chọn chế độ làm việc như: Chạy lạnh, sưởi ấm (chạy nóng), làm khô (hút ẩm), quạt gió và tự động.

- Đặt trước thông số làm việc như: nhiệt độ trong phòng cần làm mát hoặc cần sưởi ấm, tốc độ quạt gió thổi ra, hẹn giờ dừng máy, hẹn giờ chạy máy v.v...



Hình 4.21: Sơ đồ khối điều khiển trong máy điều hoà nhiệt độ kiểu 2 khối

- Khi ấn phím điều khiển, bàn phím sẽ phát ra tín hiệu dưới dạng xung điện thích hợp, truyền qua dây dẫn (đối với bộ điều khiển kiểu dây) đến bộ vi xử lý

đặt bên trong máy (khối trong). Đối với bộ điều khiển từ xa, tín hiệu điều khiển được chuyển đổi thành các xung hồng ngoại và phát về phía bộ phận thu đặt trên máy, bộ phận này sẽ thu các tia hồng ngoại đó và chuyển đổi ngược lại thành tín hiệu xung điện đưa vào bộ vi xử lý.

Bộ vi xử lý: Theo nội dung tín hiệu điều khiển đưa đến và căn cứ theo nội dung đã được ghi nhớ, cài đặt, bộ vi xử lý sẽ phát tín hiệu điều khiển các rơ le trung gian (rơ le điện tử) và các công tắc tơ đóng hoặc ngắt điện cho các bộ phận chấp hành như bloc động có máy nén, các động cơ quạt gió, động cơ di chuyển cánh hướng gió, van đảo chiều điện tử... hoạt động theo đúng chương trình đã định.

4.2. Sơ đồ nguyên lý

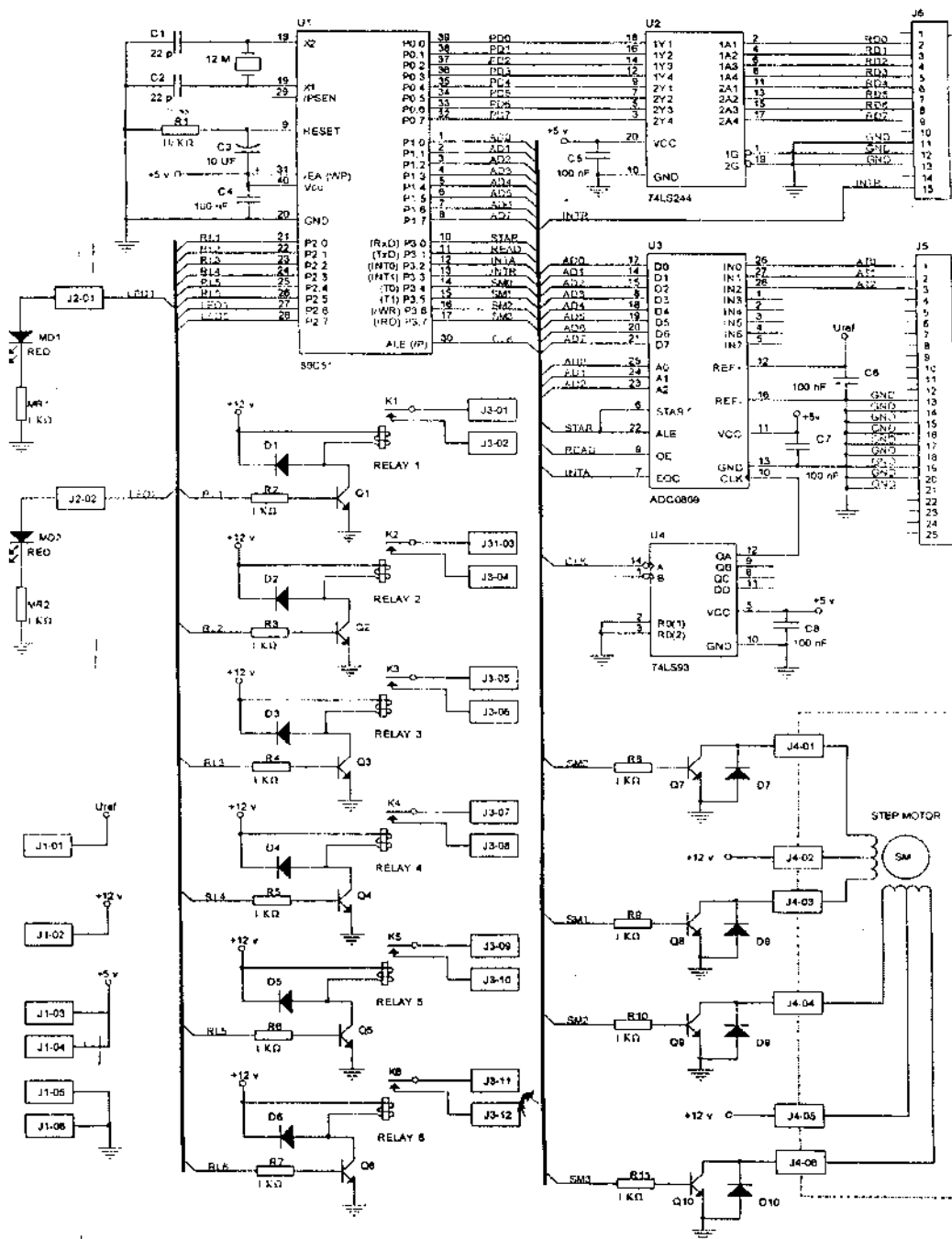
Hình 4.22 là sơ đồ nguyên lý của mạch điều khiển trong máy điều hoà nhiệt độ

U_1 là IC vi xử lý, đây là bộ xử lý trung tâm. Nó làm việc với mức nguồn +5V. Xung đồng hồ dùng để đồng bộ quá trình hoạt động của hệ thống được đưa vào bộ xử lý từ hai chân X_1, X_2 . Tín hiệu RESET đưa vào để khởi động lại hoạt động của cả hệ thống.

U_2 là IC đệm BUS loại 8 bit, chức năng của IC U_2 là phối ghép tín hiệu giữa các mạch ngoài với bộ vi xử lý.

U_3 làm nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu vào ở dạng tương tự thành tín hiệu số, sau đó đưa tín hiệu đã được chuyển đổi vào bộ xử lý trung tâm để xử lý.

U_4 làm nhiệm vụ chia tần, (thực chất đây là một IC đếm). Nó chia đôi tần số CLK là xung đồng bộ lấy từ bộ xử lý trung tâm, xung đồng bộ sau khi bị chia đôi được đưa vào đồng bộ quá trình hoạt động chuyển đổi tín hiệu trong U_3 . Các tín hiệu đưa ra từ bộ xử lý trung tâm được đưa đi điều khiển các tranzitor, tải của các tranzitor là cuộn dây của các rơle. Mỗi rơle dùng để thực hiện một chức năng nào đó trong hoạt động của cả máy điều hoà nhiệt độ.



Hình 4.22: Sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển trong máy điều hòa nhiệt độ

Câu hỏi và bài tập

1. Phân tích hoạt động của mạch biến đổi điện áp một chiều thành xoay chiều.
2. Phân tích mạch điều chỉnh tốc độ động cơ xoay chiều.
3. Trình bày cách thay đổi thời gian trễ trong mạch trễ nguồn cung cấp.
4. Trình bày về nguyên tắc hoạt động của mạch điều khiển từ xa.
5. So sánh mạch chỉnh lưu có điều khiển một pha và ba pha.
6. Trình bày chức năng các khối điều khiển trong máy điều hoà nhiệt độ.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Giáo trình Vật liệu – Linh kiện điện tử* – Trường Trung học Điện tử - Điện lạnh Hà Nội - Nhà xuất bản Giáo dục - Năm 1996.
2. *Giáo trình Kỹ thuật mạch* – Trường Trung học Điện tử - Điện lạnh Hà Nội - Nhà xuất bản Giáo dục - Năm 2000.
3. *Giáo trình Điện tử công nghiệp* – Trường Trung học Điện tử - Điện lạnh Hà Nội- Nhà xuất bản Giáo dục - Năm 1994.
4. *Kỹ thuật mạch điện tử* – Phạm Minh Hà - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật – Năm 1994
5. *Kỹ thuật số* – Nguyễn Thuý Vân - Nhà xuất bản Khoa học kỹ thuật – Năm 1995
6. *Cơ sở kỹ thuật điện tử số* – Vũ Đức Thọ dịch - Nhà xuất bản Giáo dục - Năm 1998.
7. *Kỹ thuật Vi xử lý* – Văn Thế Minh – Nhà xuất bản Giáo dục - Năm 1997.

MỤC LỤC

<i>Lời giới thiệu</i>	3
-----------------------	---

<i>Lời nói đầu</i>	5
--------------------	---

Chương 1. LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

I. Điện trở	7
-------------	---

II. Tụ điện	10
-------------	----

III. Cuộn cảm và thạch anh	15
----------------------------	----

IV. Đặc tính dẫn điện của chất bán dẫn	20
--	----

V. Điốt bán dẫn	23
-----------------	----

VI. Transistor	27
----------------	----

VII. Tiristor, diac, triac, varistor	31
--------------------------------------	----

VIII. Mạch tổ hợp	38
-------------------	----

Chương 2. KỸ THUẬT MẠCH ĐIỆN TỬ

I. Khái niệm mạch khuếch đại	41
------------------------------	----

II. Các phương pháp điều khiển transistor	47
---	----

III. Các mạch cung cấp thiên áp cho các tầng khuếch đại	52
---	----

IV. Các chế độ làm việc của phân tử khuếch đại	58
--	----

V. Hồi tiếp trong mạch khuếch đại	62
-----------------------------------	----

VI. Mạch ghép các tầng khuếch đại	64
-----------------------------------	----

VII. Mạch khuếch đại công suất	69
--------------------------------	----

VIII. Bộ khuếch đại thuật toán	77
--------------------------------	----

IX. Nguồn điện thứ cấp	79
------------------------	----

Chương 3. KỸ THUẬT SỐ

I. Hệ đếm và mã	93
II. Các cổng logic cơ bản	95
III. Mạch mã hoá và giải mã	97
IV. Các loại Flip-Flop	102
V. Bộ đếm	104
VI. Bộ ghi dịch	108
VII. Chuyển đổi tín hiệu	110
VIII. Vi xử lý	116

Chương 4. MẠCH ỨNG DỤNG CƠ BẢN

I. Mạch biến đổi điện áp một chiều thành xoay chiều	127
II. Mạch điều khiển tốc độ động cơ	133
III. Điều khiển từ xa	137
IV. Mạch chỉnh lưu có điều khiển	139
V. Mạch điều khiển trong máy điều hoà nhiệt độ	144

Tài liệu tham khảo

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2005
KHOẢNG TRƯỜNG TRUNG HỌC ĐIỆN TỬ - ĐIỆN LẠNH

1. LÝ THUYẾT ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP
2. ĐO LƯỜNG ĐIỆN TỬ
3. KỸ THUẬT GHÉP KÊNH SỐ
4. MẠCH ĐIỆN TỬ CƠ BẢN
5. THỦY KHÍ ĐỘNG LỰC
6. VẬT LIỆU - LINH KIỆN ĐIỆN TỬ
7. KỸ THUẬT CHUYỂN MẠCH SỐ
8. HỆ ĐIỀU HÀNH
9. KỸ THUẬT AN TOÀN HỆ THỐNG LẠNH
10. LẮP ĐẶT VÀ VẬN HÀNH MÁY LẠNH
11. TỔNG ĐÀI ĐIỆN TỬ SỐ

509 117

10152952



8 935075 903005

Giá: 20.500 đ