BỘ NÔNG NGHIỆP VÀ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

TRƯỜNG CAO ĐẲNG CƠ GIỚI NINH BÌNH

GIÁO TRÌNH

MÔ ĐUN: ĐIỆN TỬ CƠ BẢN

NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-TCĐCGNB ngày…….tháng….năm 2017 của Hiệu trưởng Trường Cao đẳng Cơ giới Ninh Bình

Ninh Bình, năm 2019

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

LỜI GIỚI THIỆU

Điện tử cơ bản là môn học nghiên cứu cấu tạo, nguyên tắc làm việc cũng như những ứng dụng điển hình của các linh kiện điện tử cơ bản. Đây được coi là một môn học cơ sở quan trọng trước khi tiếp cận sâu hơn vào phần kỹ thuật điện tử. Môn học trang bị kiến thức nền tảng để học sinh, sinh viên tiếp thu kiến thức các môn học tiếp theo như: Kỹ thuật mạch điện tử, Kỹ thuật xung…

Giáo trình Điện tử cơ bản được biên soạn với mục đích như trên và dựa trên các giáo trình và tài liệu tham khảo mới nhất hiện nay, được dùng làm tài liệu tham khảo cho học sinh, sinh viên các chuyên ngành: Tự động hóa, Trang bị điện, Điện tử - Điện lạnh, Kỹ thuật điện.

Mô đun này được thiết kế gồm 5 bài:

Bài mở đầu: Khái quát chung về linh kiện điện tử;

Bài 1. Các khái niệm cơ bản;

Bài 2. Linh kiện thụ động;

Bài 3. Linh kiện bán dẫn;

Bài 4. Các Mạch khuếch đại dùng tranzito.

Trong quá trình biên soạn tuy đã có cố gắng song chắc chắn còn nhiều thiếu sót, tôi rất mong được sự đóng góp ý kiến của các thầy cô và bạn đọc để hoàn thiện nội dung môn học này hơn nữa.

Xin chân thành cảm ơn quý thầy cô trong Khoa Điện - Điện lạnh, trường Cao đẳng Cơ giới Ninh Bình đã giúp đỡ chúng tôi trong quá trình biên soạn giáo trình này!

Ninh Bình, ngày…….....tháng……..... năm 2019

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Cao Thanh Tuấn

MỤC LỤC

TRANG

LỜI GIỚI THIỆU 3
MỤC LỤC 4
BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI QUÁT CHUNG VỀ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ 6
BÀI 1 : LINH KIỆN THỤ ĐỘNG 9
1. Điện trở 9
2. Tụ điện 16
3. Cuộn cảm 21
BÀI 2 : LINH KIỆN BÁN DẪN 32
1. Khái niệm về chất bán dẫn 32
2. Tiếp giáp P-N; điôt tiếp mặt 36
3. Cấu tạo, phân loại và các ứng dụng cơ bản của điôt 40
4. Tranzitor BJT 46
5. SCR - Triac - Diac 58
1. Mạch khuếch đại đơn 81
2. Mạch khuếch đại phức hợp 87
3. Mạch khuếch đại công suất 92
BÀI 4: CÁC MẠCH ỨNG DỤNG DÙNG BJT 112
1. Mạch dao động 112
2. Mạch xén 125
3. Mạch ổn áp 128
Tài liệu tham khảo 135

GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

Tên mô đun: Điện tử cơ bản

Mã mô đun: MĐ18

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của mô đun:

- Vị trí: Mô đun Điện tử cơ bản học trước các môn học, mô đun như: PLC cơ bản, kỹ thuật cảm biến; có thể học song song với môn học Mạch điện.

- Tính chất: Là mô đun kỹ thuật cơ sở.

- Ý nghĩa và vai trò của mô đun: Với sự phát triển và hoàn thiện không ngừng của thiết bị điện trên mọi lĩnh vực đời sống xã hội, mạch điện tử trở thành một thành phần không thể thiếu được trong các thiết bị điện, công dụng chính của nó là để điều khiển khống chế các thiết bị điện, thay thế một số khí cụ điện có độ nhạy cao. Nhằm mục đích gọn hoá các thiết bị điện, giảm tiêu hao năng lượng trên thiết bị, tăng độ nhạy làm việc, tăng tuổi thọ của thiết bị ...

Mục tiêu của mô đun:

- Về kiến thức:

+ Giải thích và phân tích được cấu tạo nguyên lý các linh kiện kiện điện tử thông dụng;

+ Nhận dạng được chính xác ký hiệu của từng linh kiện, đọc chính xác trị số của chúng;

+ Phân tích được nguyên lý một số mạch ứng dụng cơ bản của tranzito như: mạch khuếch đại, dao động, mạch xén...

- Về kỹ năng: Xác định được chính xác sơ đồ chân linh kiện, lắp ráp, cân chỉnh một số mạch ứng dụng đạt yêu cầu kỹ thuật và an toàn.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Hình thành tư duy khoa học phát triển năng lực làm việc theo nhóm;

+ Rèn luyện tính chính xác khoa học và tác phong công nghiệp.

Nội dung của mô đun:

BÀI MỞ ĐẦU: KHÁI QUÁT CHUNG VỀ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

Giới thiệu:

Linh kiện điện tử là các phần tử linh kiên rời rạc, mạch tích hợp (IC) …tạo nên mạch điện tử, hệ thống điện tử.

Linh kiện điện tử được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực. Nổi bật nhất là ứng dụng trong lĩnh vực điện tử - viễn thông, CNTT. Linh kiện điện tử rất phong phú, nhiều chủng loại đa dạng. Công nghệ chế tạo linh kiện điện tử phát triển mạnh mẽ, tạo ra những vi mạch có mật độ rất lớn (Vi xử lý Pentium 4: > 40 triệu Transistor,…)

Xu thế các linh kiện điện tử có mật độ tích hợp ngày càng cao, tính năng mạnh, tốc độ lớn…

Mục tiêu:

- Trình bày được khái quát về linh kiện điện tử
- Vận dụng được các ứng dụng cơ bản của linh kiện điện tử
- Rèn luyện tính nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Khái quát chung về kỹ thuật điện tử

Các cấu kiện bán dẫn như diodes, transistors và mạch tích hợp (ICs) có thể tìm thấy khắp nơi trong cuộc sống (Walkman, TV, ôtô, máy giặt, máy điều hoà, máy tính,…). Những thiết bị này có chất lượng ngày càng cao với giá thành rẻ hơn. PCs minh hoạ rất rõ xu hướng này

Nhân tố chính đem lại sự phát triển thành công của nền công nghiệp máy tính là việc thông qua các kỹ thuật và kỹ năng công nghiệp tiên tiến người ta chế tạo được các transistor với kích thước ngày càng nhỏ→ giảm giá thành và công suất.

Lịch sử phát triển :

- 1883 Thomas Alva Edison (“Edison Effect”)
- 1904 John Ambrose Fleming (“Fleming Diode”)
- 1906 Lee de Forest (“Triode”)Vacuum tube devices continued to evolve
- 1940 Russel Ohl (PN junction)
- 1947 Bardeen and Brattain (Transistor)
- 1952 Geoffrey W. A. Dummer (IC concept)
- 1954 First commercial silicon transistor
- 1955 First field effect transistor – FET
- 1958 Jack Kilby (Integrated circuit)
- 1959 Planar technology invented

- 1960 First MOSFET fabricated At Bell Labs by Kahng
- 1961 First commercial Ics Fairchild and Texas Instruments
- 1962 TTL invented
- 1963 First PMOS IC produced by RCA
- 1963 CMOS invented Frank Wanlass at Fairchild Semiconductor
- U. S. patent # 3,356,858

2. Các ứng dụng cơ bản của kỹ thuật điện tử

2.1. Ứng dụng vật lý

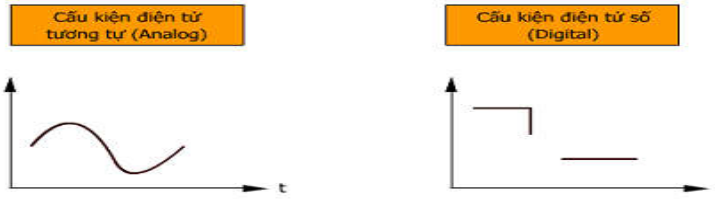
Linh kiện hoạt động trên nguyên lý điện từ và hiệu ứng bề mặt: điện trở bán dẫn, DIOT, BJT, JFET, MOSFET, điện dung MOS… IC từ mật độ thấp đến mật độ siêu cỡ lớn UVLSI.

Linh kiện hoạt động trên nguyên lý quang điện: quang trở, Photođiot, PIN, APD, CCD, họ linh kiện phát quang LED, LASER, họ linh kiện chuyển hoá năng lượng quang điện như pin mặt trời, họ linh kiện hiển thị, IC quang điện tử

Linh kiện hoạt động dựa trên nguyên lý cảm biến: họ sensor nhiệt, điện, từ, hoá học; họ sensor cơ, áp suất, quang bức xạ, sinh học và các chủng loại IC thông minh dựa trên cơ sở tổ hợp công nghệ IC truyền thống và công nghệ chế tạo sensor.

Linh kiện hoạt động dựa trên hiệu ứng lượng tử và hiệu ứng mới: các linh kiện được chế tạo bằng công nghệ nano có cấu trúc siêu nhỏ: Bộ nhớ một điện tử, Transistor một điện tử, giếng và dây lượng tử, linh kiện xuyên hầm một điện tử, …

2.2 . Ứng dụng xử lý tín hiệu (hình 1)



Hình 1: Phân loại linh kiện dựa trên chức năng xử lí tín hiệu

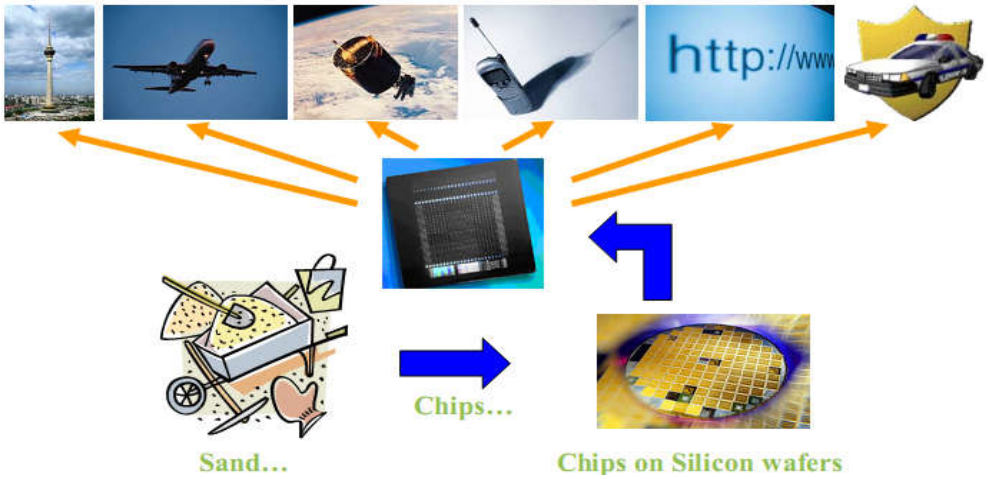
2.3. Vi mạch (hình 2; hình 3)

- Processors : CPU, DSP, Controllers
- Memory chips : RAM, ROM, EEPROM
- Analog : Thông tin di động ,xử lý audio/video
- Programmable : PLA, FPGA
- Embedded systems : Thiết bị ô tô, nhà máy , Network cards

System-on-chip (SoC).



Hình 2: Ứng dụng của vi mạch



Hình 3: Ứng dụng của linh kiện điện tử

Linh kiện thụ động: R,L,C…

Linh kiện tích cực: DIOT, BJT, JFET, MOSFET…

Vi mạch tích hợp IC: IC tương tự, IC số, Vi xử lý…

Linh kiện chỉnh lưu có điều khiển

Linh kiện quang điện tử: Linh kiện thu quang, phát quang

BÀI 1 : LINH KIỆN THỤ ĐỘNG

Mã bài: 18-01

Giới thiệu:

Các mạch điện tử được tạo nên từ sự kết nối các linh kiện điện tử với nhau bao gồm hai loại linh kiện chính là linh kiện thụ động và linh kiện tích cực trong đó phần lớn là các linh kiện thụ động. Do đó muốn phân tích nguyên lí hoạt động, thiết kế mạch, kiểm tra trong sửa chữa cần phải hiểu rõ cấu tạo, nguyên lí hoạt động của các linh kiện điện tử, trong đó trước hết là các linh kiện điện tử thụ động.

Mục tiêu :

- Phân biệt được điện trở, tụ điện, cuộn cảm với các linh kiện khác theo các đặc tính của linh kiện.
- Đọc đúng trị số điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo qui ước quốc tế.
- Đo kiểm tra được chất lượng điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo giá trị của linh kiện.
- Thay thế, thay tương đương điện trở, tụ điện, cuộn cảm theo yêu cầu kỹ thuật của mạch điện công tác.
- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Điện trở

1.1. Định nghĩa, phân loại

1.1.1. Định nghĩa

Định nghĩa: Điện trở là linh kiện có chức năng ngăn cản dòng điện trong mạch. Chúng có tác dụng như nhau trong cả mạch điện một chiều lẫn xoay chiều và chế độ làm việc của điện trở không bị ảnh hưởng bởi tần số của nguồn xoay chiều.

Kí hiệu :



Hình 2-1. Kí hiệu điện trở.

Đơn vị : Ohm (Ω) ,KΩ ,MΩ

1MΩ=10^3KΩ=$10^6$$\Omega$

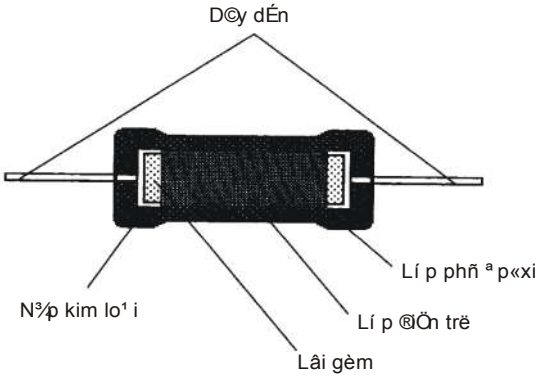
1.1.2. Phân loại

Điện trở có thể phân loại dựa vào cấu tạo hay dựa vào mục đích sử dụng mà nó có nhiều loại khác nhau.

Tuỳ theo kết cấu của điện trở mà người ta phân loại:

❖ *Điện trở than (carbon resistor)*

Người ta trộn bột than và bột đất sét theo một tỉ lệ nhất định để cho ra những trị số khác nhau. Sau đó, người ta ép lại và cho vào một ống bằng Bakelite. Kim loại ép sát ở hai đầu và hai dây ra được hàn vào kim loại, bọc kim loại bên ngoài để giữ cấu trúc bên trong đồng thời chống cọ xát và ẩm. Ngoài cùng người ta sơn các vòng màu để cho biết trị số điện trở. Loại điện trở này dễ chế tạo, độ tin cậy khá tốt nên nó rẻ tiền và rất thông dụng. Điện trở than có trị số từ vài Ω đến vài chục MΩ. Công suất danh định từ 0,125 W đến vài W.(hình 2-2)



Hình 2-2: Mặt cắt của điện trở màng cacbon

❖ *Điện trở màng kim loại (metal film resistor)*

Loại điện trở này được chế tạo theo qui trình kết lắng màng Ni – Cr trên thân gốm có xẻ rãnh xoắn, sau đó phủ bởi một lớp sơn. Điện trở màng kim loại có trị số điện trở ổn định, khoảng điện trở từ 10 Ω đến 5 MΩ. Loại này thường dùng trong các mạch dao động vì nó có độ chính xác và tuổi thọ cao, ít phụ thuộc vào nhiệt độ. Tuy nhiên, trong một số ứng dụng không thể xử lí công suất lớn vì nó có công suất danh định từ 0,05 W đến 0,5 W. Người ta chế tạo loại điện trở có khoảng công suất danh định lớn từ 7 W đến 1000 W với khoảng điện trở từ 20 Ω đến 2 MΩ. Nhóm này còn có tên khác là điện trở công suất.

❖ *Điện trở oxit kim loại (metal oxide resistor)*

Điện trở này chế tạo theo qui trình kết lắng lớp oxit thiếc trên thanh SiO2. Loại này có độ ổn định nhiệt cao, chống ẩm tốt, công suất danh định từ 0,25 W đến 2 W.

❖ *Điện trở dây quấn (wire wound resistor)*

Làm bằng hợp kim Ni – Cr quấn trên một lõi cách điện sành, sứ. Bên ngoài được phủ bởi lớp nhựa cứng và một lớp sơn cách điện. Để giảm tối thiểu hệ số tự cảm L của dây quấn, người ta quấn ½ số vòng theo chiều thuận và ½ số vòng theo chiều nghịch.

Điện trở chính xác dùng dây quấn có trị số từ 0,1 Ω đến 1,2 MΩ, công suất danh định thấp từ 0,125 W đến 0,75 W. Điện trở dây quấn có công suất danh định cao còn được gọi điện trở công suất. Loại này gồm hai dạng:

- Ống có trị số 0,1 Ω đến 180 kΩ, công suất danh định từ 1 W đến 210 W.

- Khung có trị số 1 Ω đến 38 kΩ, công suất danh định từ 5 W đến 30 W.

❖ *Điện trở ôxýt kim loại:*

Điện trở ôxýt kim loại được chế tạo bằng cách kết lắng màng ôxýt thiếc trên thanh thuỷ tinh đặc biệt. Loại điện trở này có độ ẩm rất cao, không bị hư hỏng do quá nóng và cũng không bị ảnh hưởng do ẩm ướt. Công suất danh định thường là 1/2W với dung sai ± 2%.

Ngoài cách phân loại như trên, trong thiết kế, tuỳ theo cách kí hiệu, kích thước của điện trở, người ta còn phân loại theo cấp chính xác như: điện trở thường, điện trở chính xác; hoặc theo công suất: công suất nhỏ, công suất lớn.

1.2. Cách ghi và đọc tham số trên thân điện trở

1.2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của điện trở:

- *Công suất điện trở* là tích số giữa dòng điện đi qua điện trở và điện áp đặt lên hai đầu điện trở. Trong thực tế, công suất được qui định bằng kích thước điện trở với các điện trở màng dạng tròn, ghi trên thân điện trở với các loại điện trở lớn dùng dây quấn vỏ bằng sứ, tra trong bảng với các loại điện trở hàn bề mặt (SMD).

- *Sai số của điện trở* là khoảng trị số thay đổi cho phép lớn nhất trên điện trở. Sai số nàm trong phạm vi từ 1% đến 20% tuỳ theo nhà sản xuất và được ghi bằng vòng màu, kí tự, hoặc bảng tra.

- *Trị số điện trở* là giá trị của điện trở được ghi trên thân bằng cách ghi trực tiếp, ghi bằng vòng màu, bằng kí tự.

1.2.2.Cách ghi và đọc tham số trên thân điện trở

- *Ghi trực tiếp*: ghi đầy đủ các tham số chính và đơn vị đo trên thân của điện trở, vd: 220KΩ 10%, 2W

- *Ghi theo quy ước:* có rất nhiều các quy ước khác nhau. Xét một số quy ước thông dụng:

+ Quy ước đơn giản: Không ghi đơn vị Ôm, R (hoặc E) = Ω, M = Ω, K = KΩ

Ví dụ: 2M=2MΩ, 0K47 =0,47KΩ = 470Ω, 100K = 100 KΩ,

220E = 220Ω, R47 = 0,47Ω

+ Quy ước theo mã: Mã này gồm các chữ số và một chữ cái để chỉ % dung sai. Trong các chữ số thì chữ số cuối cùng chỉ số số 0 cần thêm vào. Các chữ cái chỉ % dung sai qui ước gồm: F = 1 %, G = 2 %, J = 5 %, K = 10 %, M = 20 %

Ví dụ: 103F = 10000 Ω± 1% = 10K ± 1%

153G = … 4703J = …

+ Quy ước theo vòng màu *:* Đơn vị là Ω

Màu	Trị số	Hệ số	Dung sai
Đen	0	0	± 20%
Nâu	1	1	± 1%
Đỏ	2	2	± 2%
Cam	3	3	± 3%
Vàng	4	4	± 4%
Lục	5	5	± 5%
Lam	6	6	± 6%
Tím	7	7	± 7%
Xám	8	8	± 8%
Trắng	9	9	± 9%
Nhũ vàng		0,1	± 5%
Nhũ bạc		0,01	± 10%

Điện trở theo quy ước này thường có loại 3 vòng màu, 4 vòng màu và loại 5 vòng màu.

Điện trở 3 vòng màu : ABC => $R = ABx10^C$

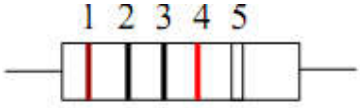
Ví Dụ : Cam cam nâu => R= 330Ω

Điện trở 4 vòng màu : ABC D => $R = ABx10^C(D\%)$

Ví Dụ : Nâu đen đỏ nhũ vàng => R= 1000 Ω ± 5%



Điện trở 5 vòng màu : ABCDE => $R = ABCx10^D(E\%)$



Ví Dụ : Nâu đen đen đỏ nhũ bạc=. R= 10000 Ω ± 10%.

* Chú ý : - các loại linh kiện 4 vòng màu chỉ có 3 loại sai số : 5% (nhũ vàng) ,10% (nhũ bạc), 20% (đen hoặc không màu).

- Để xác định thứ tự các vòng màu căn cứ vào ba đặc điểm :

+ vòng thứ nhất gần đầ điện trở nhất

+ vòng 1 không bao giờ là nhũ vàng hoặc nhũ bạc

+ tiết diện vòng cuối bao giờ cũng lớn nhất.

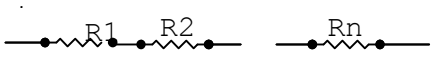
1.3. Cách mắc điện trở

Trong mạch điện tuỳ theo nhu cầu thiết kế mà người ta sử dụng điện trở có giá trị khác nhau, tuy nhiên trong sản xuất người ta không thể chế tạo mọi giá trị của điện trở được mà chỉ sản xuất một số điện trở tiêu biểu đặc trưng ,nên trong sử dụng nhà thiết kế phải sử dụng một trong hai phương án sau:

Một là phải tính toán mạch điện sao cho phù hợp với các điện trở có sẵn trên thị trường.

Hai là tính toán mắc các điện trở sao cho phù hợp với mạch điện.

Điện trở mắc nối tiếp: Cách này dùng để tăng trị số của điện trở trên mạch điện (Hình 2-3).



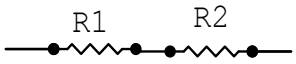
H×nh 2-3:M¹ch ®iÖn trë m¾c nèi tiÕp

Theo công thức:

$$Rtđ = R_1 + R_2 + .. + R_n \quad (2\text{-}1)$$

Rtd: Điện trở tương đương của mạch điện

Ví dụ: Cho mạch điện như hình vẽ. Với R1 = 2,2KΩ, R2 = 4,7KΩ. Tính điện trở tương đương của mạch điện



Giải: Từ công thức (2.1) ta có $R_{tđ} = 2,2 + 4,7 = 6,9KΩ$

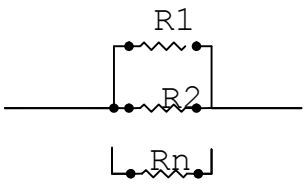
Trong thực tế, người ta chỉ mắc nối tiếp từ 02 đến 03 điện trở để tránh rườm rà cho mạch điện.

Điện trở mắc song song: Cách này dùng để giảm trị số điện trở trên mạch điện.

Chú ý :

Điện trở tương đương của mạch điện luôn nhỏ hơn hoặc bằng điện trở nhỏ nhất trên mạch điện

Thông thường người ta dùng điện trở cùng trị số để mắc song song, để đạt trị số theo yêu cầu, đồng thời đạt được dòng chịu tải lớn theo ý mốn và tăng vùng diện tích toả nhiệt trên mạch điện khi công suất tỏa nhiệt cao (Hình 2-4).

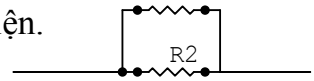


H×nh 2 -4: M¹ch ®iÖn trë m¾c song song

Theo công thức: $\frac{1}{Rtd} = \frac{1}{R1} + \frac{1}{R2} + ... + \frac{1}{Rn}$

Rtd: Điện thở tương đương của mạch điện

Ví dụ: Cho mạch điện như hình vẽ. Với $R_1 = 5,6K$, $R_2 = 4,7K$. Tính điện trở tương đương của mạch điện.



Giải: Từ công thức ta có

$$Rtd = \frac{R1.R2}{R1+R2} = \frac{5,6.4,7}{5,6+4,7} = 2,55K\Omega$$

1.4. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

1.4.1. Các linh kiện cùng nhóm :

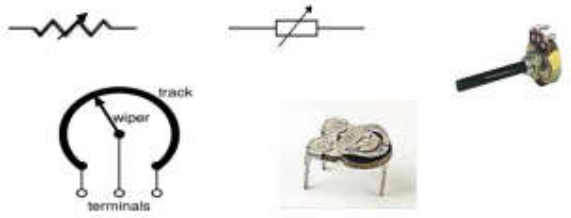
❖ *Biến trở* : dùng để thay đổi giá trị của điện trở, qua đó thay đổi được sự cản trở điện trên mạch điện.

➢ Biến trở dây quấn: dùng dây dẫn có điện trở suất cao, đường kính nhỏ, quấn trên lõi cách điện bằng sứ hay nhựa tổng hợp hình vòng cung 270^0. Hai đầu hàn hai cực dẫn điện A, B. Tất cả được đặt trong một vỏ bọc kim loại có nắp đậy. Trục trên vòng cung có quấn dây là một con chạy có trục điều khiển đưa ra ngoài nắp hộp. Con chạy được hàn với cực dẫn điện C.

Biến trở dây quấn thường có trị số nhỏ từ vài Ω đến vài chục Ω. Công suất khá lớn, có thể tới vài chục W.

➢ Biến trở than: người ta tráng một lớp than mỏng lên hình vòng cung bằng bakelit. Hai đầu lớp than nối với cực dẫn điện A và B. Ở giữa là cực C của biến trở và chính là con chạy bằng kim loại tiếp xúc với lớp than. Trục xoay được gắn liền với con chạy, khi xoay trục (chỉnh biến trở) con chạy di động trên lớp than làm cho trị số biến trở thay đổi. Biến trở than còn chia làm hai loại: biến trở tuyến tính, biến trở phi tuyến.

Biến trở than có trị số từ vài trăm Ω đến vài MΩ nhưng có công suất nhỏ. (hình 2-5)



Hình 2-5. Hình dạng và kí hiệu của biến trở.

Ngoài cách chia thông thường trên trong kỹ thuật người ta còn căn cứ vào tính chất của biến trở mà có thể chia thành biến trở tuyến tính, biến trở logarit. Hay dựa vào công suất mà phân loại thành biến trở giảm áp hay biến trở phân

cực. Trong thực tế cần chú ý đến các cách chia khác nhau để tránh lúng túng trong thực tế khi gọi tên trên thị trường.

❖ *Nhiệt điện trở* : là loại điện trở mà trị số của nó thay đổi theo nhiệt độ (thermistor).

Nhiệt trở dương (PTC = Positive Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt dương.

Nhiệt trở âm (NTC = Negative Temperature Coefficient) là loại nhiệt trở có hệ số nhiệt âm.

❖ *VDR (Voltage Dependent Resistor):* là loại điện trở mà trị số của nó phụ thuộc điện áp đặt vào nó. Thường thì VDR có trị số điện trở giảm khi điện áp tăng.

❖ *Điện trở quang (photoresistor):* là một linh kiện bán dẫn thụ động không có mối nối P – N. Vật liệu dùng để chế tạo điện trở quang là CdS (Cadmium Sulfid), CdSe (Cadmium Selenid), ZnS (sắt Sulfid) hoặc các tinh thể hỗn hợp khác.(hình 2-6)



Hình 2- 6. Cấu tạo của điện trở quang.

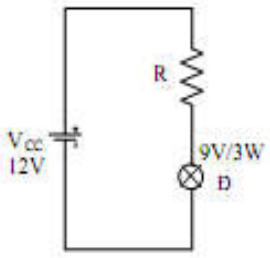
Điện trở quang còn gọi là điện trở tùy thuộc ánh sáng (LDR ≡ Light Dependent Resistor) có trị số điện trở thay đổi tùy thuộc cường độ ánh sáng chiếu vào nó.(hình 2-7)



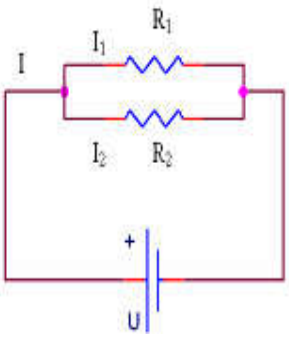
Hình 2-7. Hình dạng và kí hiệu của điện trở quang.

1.4.2. Ứng dụng : Điện trở có nhiều ứng dụng trong lĩnh vực điện và điện tử:

- Tỏa nhiệt: bếp điện, bàn ủi.
- Thắp sáng: bóng đèn dây tóc.
- Bộ cảm biến nhiệt, cảm biến quang.
- Hạn dòng, chia dòng.
- Giảm áp, chia áp,….



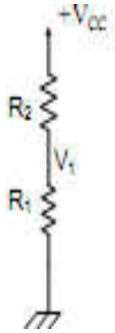
Hình 2-8. Mạch dùng R hạn dòng, giảm áp



$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

Hình 2-9. Mạch chia dòng.



$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_C$$

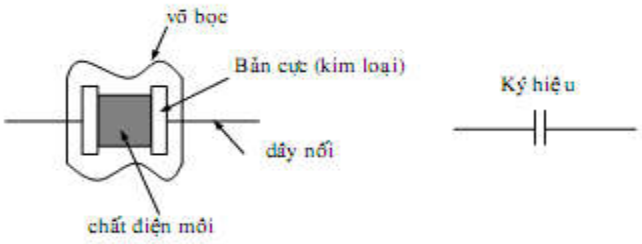
Hình 2-10. Mạch chia áp.

Mạch chia dòng như hình 2-9 còn được gọi là mạch phân dòng. Mạch chia áp như hình 2-10 còn được gọi là mạch phân áp hay cầu phân áp (mạch chia thế / mạch phân thế / cầu phân thế).

2. Tụ điện

2.1. Cấu tạo, phân loại

2.1.1. Cấu tạo: Tụ điện là 1 linh kiện có tính tích trữ năng lượng điện. Tụ điện được cấu tạo gồm hai bản cực l hai bản phẳng bằng chất dẫn điện (kim loại) đặt song song với nhau. Ơ giữa là chất điện môi cách điện. .(hình 2-11)



Hình 2-11. Cấu tạo và ký hiệu của tụ điện

2.1.2. Phân loại: Tùy theo chất điện môi mà người ta phân loại tụ và đặt tên cho tụ như sau:

➢ *Tụ hóa* : Là loại tụ có phân cực tính dương và âm. Tụ hoá có bản cực là những lá nhôm, điện môi là lớp oxýt nhôm rất mỏng được tạo bằng phương pháp điện phân. Điện dung của tụ hóa khá lớn.

Khi sử dụng phải ráp đúng cực tính dương và âm, điện thế làm việc thường nhỏ hơn 500V.

➢ *Tụ hóa tantalum (Ta*): là tụ có phân cực tính, có cấu tạo tương tự tụ hóa nhưng dùng tantalum thay vì dùng nhôm. Tụ Tantalum có kích thước nhỏ nhưng điện dung lớn. Điện thế làm việc chỉ vài chục volt.

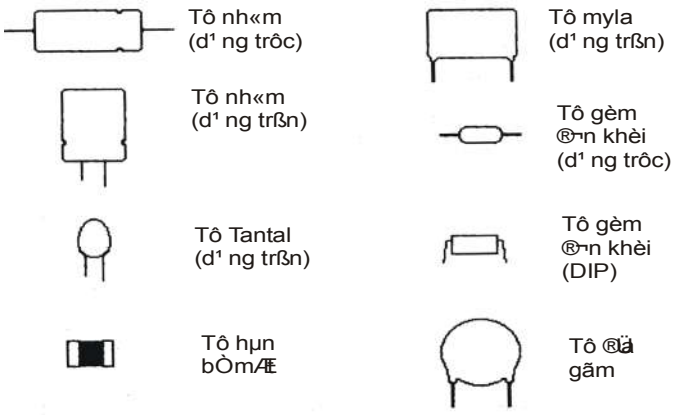
➢ *Tụ giấy:* là loại tụ không phân cực tính. Tụ giấy có hai bản cực là những lá nhôm hoặc thiếc, ở giữa có lớp cách điện là giấy tẩm dầu và cuộn lại thành ống.

➢ *Tụ màng:* là tụ không phân cực tính.Tụ màng có chất điện môi là màng chất dẻo như: polypropylene, polystyrene, polycarbonate, polyethelene. Có hai loại tụ màng chính: loại foil và loại được kim loại hóa. Loại foil dùng các miếng kim loại nhôm hay thiếc để tạo các bản cực dẫn điện. Loại được kim loại hóa được chế tạo bằng cách phun màng mỏng kim loại như nhôm hay kẽm trên màng chất dẻo, kim loại được phun lên đóng vai trò bản cực. Với cùng giá trị điện dung và định mức điện áp đánh thủng thì tụ loại kim loại hóa có kích thước nhỏ hơn loại foil. Ưu điểm thứ hai của loại kim loại hóa là nó tự phục hồi được. Điều này có nghĩa là nếu điện môi bị đánh thủng do quá điện áp đánh thủng thì tụ không bị hư luôn mà nó tự phục hồi lại. Tụ foil không có tính năng này.

➢ *Tụ gốm (ceramic):* là loại tụ không phân cực tính. Tụ gốm được chế tạo gồm chất điện môi là gốm, tráng trên bề mặt nó lớp bạc để làm bản cực.

➢ *Tụ mica:* là loại tụ không phân cực tính. Tụ mica được chế tạo gồm nhiều miếng mica mỏng, tráng bạc, đặt chồng lên nhau hoặc miếng mica mỏng được xép xen kẻ với các miếng thiếc. Các miếng thiếc lẻ nối với nhau tạo thành một bản cực, Các miếng thiếc chẵn nối với nhau tạo thành một bản cực. Sau đó bao phủ bởi lớp chống ẩm bằng sáp hoặc nhựa cứng. Thường tụ mica có dạng hình khối chữ nhật.

Ngoài ra, còn có tụ dán bề mặt được chế tạo bằng cách đặt vật liệu điện môi gốm giữa hai màng dẫn điện (kim loại), kích thước của nó rất nhỏ. Mạng tụ điện (thanh tụ điện) là dạng tụ được nhà sản xuất tích hợp nhiều tụ điện ở bên trong một thanh (vỏ) để tiết kiệm diện tích. Người ta kí hiệu chân chung và giá trị của các tụ (hình 2-12)



Hình 2-12 **.** Các dạng tụ điện thông dụng

2.2. Cách đọc, đo và cách mắc tụ điện

2.2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của tụ điện

- *Dung sai của tụ điện:* là tham số chỉ độ chính xác của trị số dung lượng thực tế so với trị số danh định của nó

Dung sai của tụ điện: $\frac{C_{t.t} - C_{d.d}}{C_{d.d}}.100\%$

- *Điện áp làm việc* là điện áp đặt lên tụ trong thời gian làm việc dài mà tụ không bị đánh thủng (Khoảng 10 000 giờ).

Trên thực tế giá trị ghi trên thân là điện áp làm việc, tuy nhiên với các tụ hiện nay trên thị trường do Việt Nam và Trung Quốc sản xuất thường ghi là điện áp đánh thủng nên trong thay thế cần chú ý đến khi thay thế tụ mới trong sữa chữa cần chọn lớn hơn để đảm bảo an toàn.

- *Điện áp đánh thủng* là điện áp mà quá điện áp đó thì chất điện môi của tụ bị đánh thủng.

- *Trị số danh định* của tụ điện tính bằng Fara hoặc các ước số của Fara là 1 μF (10^{-6} Fara), nF (10^{-9} Fara) và pF(10^{-12} Fara) được ghi trên tụ điện bằng mã quy ước.

2.2.2. Cách đọc trị số trên tụ

Hai tham số quan trọng nhất thường được ghi trên thân tụ điện là trị số điện dung (kèm theo dung sai sản xuất) và điện áplàm việc(điệáp lớn nhất). Có 2 cách ghi cơ bản:

Ghi trực tiếp: Cách ghi đầy đủ các tham số và đơn vị đo của chúng.Cách này chỉ dùng cho các loại tụ điện có kích thước lớn.

Ví dụ: trên thân một tụ mi ca có ghi: 5.000PF ± 20% 600V

Ghi gián tiếp theo qui ước:

+ Qui ước số: Cách ghi này thường gặp ở các tụ Pôlystylen

Số không kèm theo dấu chấm hay phẩy : đơn vị pF.Cách đọc như điện trở.

Số kèm theo dấu chấm hay phẩy : đơn vị μF .Vị trí của dấu thể hiện chữ số thập phân

Ví dụ 1: Trên thân tụ có ghi 47/ 630: tức giá trị điện dung là 47 pF,điện áp làm việc một chiều là 630 Vdc.

Ví dụ 2: Trên thân tụ có ghi 0.01/100: tức là giá trị điện dung là 0,0 μF và điện áp làm việc một chiều là 100 Vdc.

+ Quy ước theo mã: Giống như điện trở: 123K/50V =12000 pF ±10% và điện áp làm việc lớn nhất 50 Vdc.

+ Quy ước theo màu:

Loại có 4 vạch màu:

Hai vạch đầu là số có nghĩa thực của nó

Vạch thứ ba là số nhân (đơnvị pF) hoặc số số 0 cần thêm vào

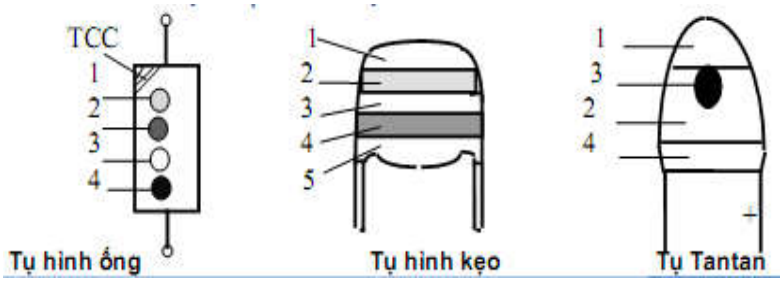
Vạch thứ tư chỉ điện áp là

Loại có 5 vạch màu:

Ba vạch màu đầu giống như loai 4 vạch màu

Vạch màu thứ tư chỉ % dung sai

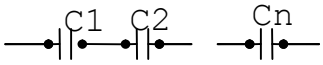
Vạch màu thứ 5 chỉ điện áp làm việc



2.2.3. Cách mắc tụ điện:

Trong thực tế cách mắc tụ điện thường ít khi được sử dụng, do công dụng của chúng trên mạch điện thông thường dùng để lọc hoặc liên lạc tín hiệu nên sai số cho phép lớn. Do đó người ta có thể lấy gần đúng mà không ảnh hưởng gì đến mạch điện. Trong các trường hợp đòi hỏi độ chính xác cao như các mạch dao động, các mạch điều chỉnh...người ta mới sử dụng cách mắc theo yêu cầu cho chính xác.

Mạch mắc nối tiếp: (hình:2-13)



H×nh 2-13: M¹ch tô ®iÖn m¾c nèi tiÕp

Công thức tính: $\frac{1}{Ctd} = \frac{1}{C1} + \frac{1}{C2} + ... + \frac{1}{Cn}$

Ctd: Điện dung tương đương của mạch điện

Cũng giống như điện trở giá trị của tụ điện được sản xuất theo bảng 2-1. Trong mạch mắc song song điện dung tương đương của mạch điện luôn nhỏ hơn hoặc bằng điện dung nhỏ nhất mắc trên mạch

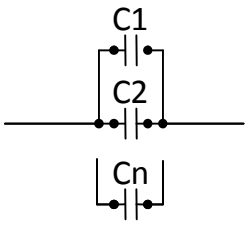
Ví dụ: Cho tụ hai tụ điện mắc nối tiếp với C1= 1mF, C2= 2,2mF tính điện trở tương đương của mạch điện.

Giải: Từ công thức tính ta có: Ctd = $\frac{C1 \times C2}{C1 + C2} = \frac{1 \times 2,2}{1 + 2,2} = 0,6875\text{mF}$

Mạch mắc song song: (hình 2-14)

Công thức tính: $Ctd = C1 + C2 + ... + Cn$

Ctd: Điện dung tương đương của mạch điện.



H×nh 2-14: M¹ch tô ®iÖn m¾c song song

Ví dụ: Tính điện dung tương đương của hai tụ điện mắc nối tiếp, Với C1= 3,3mf; C2=4,7mF.

Giải: Từ công thức ta có: Ctd = C1+ C2 = 3,3 + 4,7 = 8mF

2.3. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng

2.3.1.Các linh kiện cùng nhóm *(Tụ điện có trị số điện dung thay đổi)*

- *Tụ biến đổi:*

Gồm các lá nhôm hoặc đồng xếp xen kẽ với nhau, một số lá thay đổi vị trí được. Tấm tĩnh (má cố định) không gắn với trục xoay. Tấm động gắn với trục xoay và tuỳ theo góc xoay mà phần diện tích đối ứng giữa hai lá nhiều hay ít.

Phần diện tích đối ứng lớn thì điện dung của tụ lớn, ngược lại, phần diện tích đối ứng nhỏ thì trị số điện dung của tụ nhỏ. Không khí giữa hai lá nhôm được dùng làm chất điện môi. Tụ loại biến đổi còn được gọi là tụ không khí hay tụ xoay. Tụ biến đổi thường gồm nhiều lá động nối song song với nhau, đặt xen kẽ giữa những lá tĩnh cũng nối song song với nhau. Những lá tĩnh được cách điện với thân tụ, còn lá động được gắn vào trục xoay và tiếp xúc với thân tụ. Khi trục tụ được xoay thì trị số điện dung của tụ cũng được thay đổi theo. Người ta bố trí hình dáng những lá của tụ để đạt được sự thay đổi điện dung của tụ theo yêu cầu. Khi vặn tụ xoay để cho lá động hoàn toàn nằm trong khe các lá tĩnh, nhằm có được diện tích đối ứng là lớn nhất, thì tụ có điện dung lớn nhất. Khi vặn tụ xoay sao cho lá động hoàn toàn nằm ngoài khe các lá tĩnh, nhằm có diện tích đối ứng xấp xỉ bằng không, thì lúc đó, tụ điện có điện dung nhỏ nhất, gọi là điện dung sót.

Tụ xoay thường dùng trong máy thu thanh hoặc máy tạo dao động để đạt được tần số cộng hưởng.(hình 2-15)



Hình 2-15. Hình dạng của tụ biến đổi

- *Tụ tinh chỉnh hay là tụ bán chuẩn:* thường dùng để chỉnh điện dung của tụ điện, nhằm đạt được tần số cộng hưởng của mạch. Những tụ này thường có trị số nhỏ và phạm vi biến đổi hẹp. Người ta chỉ tác động tới tụ tinh chỉnh khi lấy chuẩn, sau đó thì cố định vị trí của tụ.

2.3.2.Ứng dụng :

Tụ thường được dùng làm tụ lọc trong các mạch lọc nguồn, lọc chặn tần số hay cho qua tần số nào đó. Tụ có mặt trong mạch lọc thụ động, mạch lọc tích cực,….Tụ liên lạc để nối giữa các tầng khuếch đại. Tụ kết hợp với một số linh kiện khác để tao những mạch dao động,…

Ngày nay còn có tụ nano để tăng dung lượng bộ nhớ nhằm đáp ứng nhu cầu càng cao của con người.

3. Cuộn cảm

3.1. Cấu tạo, phân loại

3.1.1.Cấu tạo: Cuộn cảm gồm những vòng dây cuốn trên một lõi cách điện. Có khi quấn cuộn cảm bằng dây cứng và ít vòng, lúc đó cuộn cảm không cần lõi. Tùy theo tần số sử dụng mà cuộn cảm gồm nhiều vòng dây hay ít, có lõi hay không có lõi.

Kí hiệu : Tùy theo loại lõi, cuộn cảm có các kí hiệu khác nhau.(hình 2-16):



Hình 2-16. Kí hiệu của cuộn cảm.

Ngoài cách kí hiệu như trên cuộn cảm có thể được kí tự như T hay L

Cuộn cảm có tác dụng ngăn cản dòng điện xoay chiều trên mạch điện, đối với dòng điện một chiều cuộn cảm đóng vai trò như một dây dẫn điện.

3.1.2.Phân loại :

Có nhiều cách phân loại cuộn cảm:

- Phân loại theo kết cấu: Cuộn cảm 1 lớp, cuộn cảm nhiều lớp, cuộn cảm có lõi không khí, cuộn cảm có lõi sắt bụi, cuộn cảm có lõi sắt lá…
- Phân loại theo tần số làm việc: Cuộn cảm âm tần, cuộn cảm cao tần..

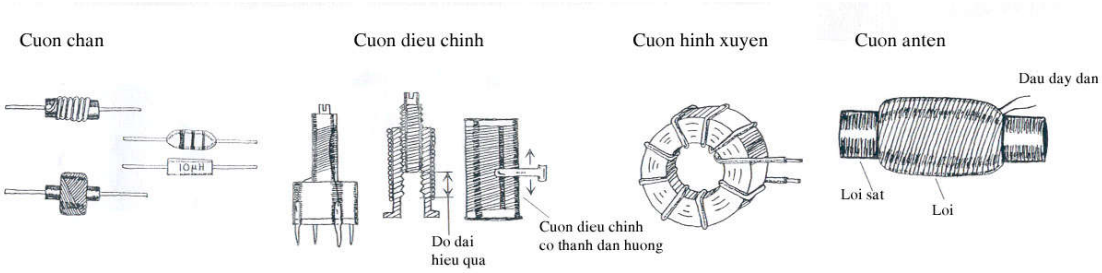
- *Cuộn cảm 1 lớp lõi không khí*: Gồm một số vòng dây quấn vòng nọ sát vòng kia hoặc cách nhau vài lần đường kính sợi dây. Dây có thể cuốn trên khung đỡ bằng vật liệu cách điện cao tần hay nếu cuộn cảm đủ cứng thì có thể không cần khung đỡ mà chỉ cần hai nẹp giữ hai bên.

- *Cuộn cảm nhiều lớp lõi không khí:* Khi trị số cuộn cảm lớn, cần có số vòng dây nhiều, nếu quấn 1 lớp thì chiều dài cuộn cảm quá lớn và điện dung ký sinh quá nhiều. Để kích thước hợp lý và giảm được điện dung ký sinh, người ta quấn các vòng của cuộn cảm thành nhiều lớp chồng lên nhau theo kiểu tổ ong.

- *Cuộn cảm có lõi bột sắt từ*: Để rút ngắn kích thước của 2 loại trên bằng cách lồng vào giữa nó một lõi ferit. Thân lõi có răng xoắn ốc. Hai đầu có khía 2 rãnh. Người ta dùng 1 cái quay vít nhựa để điều chỉnh lõi lên xuống trong lòng cuộn cảm để tăng hay giảm trị số tự cảm của cuộn cảm.

- *Cuộn cảm nhiều đoạn* hay cuộn cảm ngăn cao tần là cuộn cảm nhiều lớp nhưng quấn lại nhiều đoạn trên 1 lõi cách điện, đoạn nọ cách đoạn kia vài mm.

- *Cuộn cảm âm tần*: Các vòng cảm được quấn thành từng lớp đều đặn, vòng nọ sát vòng kia, lớp nọ sát lớp kia bằng một lượt giấy bóng cách điện, khung đỡ của cuộn dây làm bằng bìa pretxpan. Lõi từ là các lá thép Si mỏng cắt thành chữ E và I. Mỗi chữ E và I xếp lại thành một mạch từ khép kín. (hình 2-17)



Hình 2-17. Hình dạng các loại cuộn cảm

3.2. Các tham số kỹ thuật đặc trưng của cuộn cảm

- Hệ số tự cảm (L) : là đại lượng đặc trưng cho khả năng tích trữ năng lượng từ trường của cuộn cảm.

Đơn vị đo: Henri (H), mH , μH .

$$1H= 10^3\, mH = 10^6\, \mu H$$

- Dung sai của độ tự cảm: là tham số chỉ độ chính xác của độ tự cảm thực tế so với trị số danh định của nó.

$$\frac{L_{t.t} - L_{d.d}}{L_{d.d}}.100\%$$

- Hệ số phẩm chất của cuộn cảm(Q) : dùng để đánh giá chất lượng của cuộn cảm. Cuộn cảm tổn hao nhỏ dùng sơ đồ tương đương nối tiếp, cuộn cảm tổn hao lớn dùng sơ đồ tương đương song song.

- Tần số làm việc giới hạn($f_{g.h}$) : Khi tần số làm việc nhỏ, bỏ qua điện dung phân tán giữa các vòng dây của cuộn cảm, nhưng khi làm việc ở tần số cao điện dung này là đáng kể. Do đó ở tần số đủ cao cuộn cảm trở thành một mạch cộng hưởng song song. Tần số cộng hưởng của mạch cộng hưởng song song này gọi là tần số cộng hưởng riêng của cuộn dây f_0.Nếu cuộn dây làm việc ở tần số > tần

số cộng hưởng riêng này thì cuộn dây mang dung tính nhiều hơn. Do đó tần số làm việc cao nhất của cuộn dây phải thấp hơn tần số cộng hưởng riêng của nó.

3.3. Cách đọc, đo và cách mắc cuộn cảm.

Trong kỹ thuật cuộn cảm được quấn theo yêu cầu kĩ thuật đặt hàng hay tự quấn theo tính toán nên cuộn cảm không được mắc nối tiếp hay song song như điện trở hoặc tụ điện vì phải tính đến chiều mắc các cuộn cảm với nhau đồng thời gây cồng kềnh về mặt cấu trúc mạch điện. Trừ các mạch lọc có tần số cao hoặc siêu cao trong các thiết bị thu phát vô tuyến.

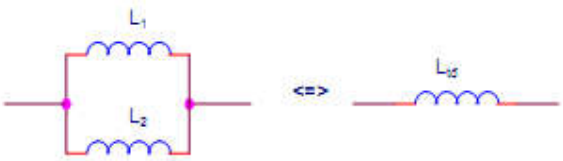
3.3.1. Cách mắc cuộn cảm

- Mắc nối tiếp



$$L_{tđ} = L_1 + L_2$$

- Mắc song song



$$\frac{1}{L_{tđ}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

3.3.2. Cách ghi và đọc tham số trên cuộn cảm

+ Ghi trựctiếp: cách ghi đầy đủ các tham số độ tự cảm L, dung sai, loại lõi cuộn cảm… Cách này chỉ dùng cho các loại cuộn cảm có kích thước lớn.

+ Ghi gián tiếp theo qui ước : đơn vị đo là µH

Quy ước theo mầu: Dùng cho các cuộn cảm nhỏ

Vòng màu 1: chỉ số có nghĩa thứ nhấ thoặc chấm thập phân

Vòng màu 2: chỉ số có nghĩa thứ hai hoặc chấm thập phân

Vòng màu 3: chỉ số 0 cần thêm vào,

Vòng màu 4: chỉ dung sai %.

Chú ý :

- Bảng các giá trị chuẩn hoá thường gặp của linh kiện thụ động (Ω,F,H) : 1; 1,2 ; 1,5 ; 1,8 ; 2,2 ; 2,7 ; 3,3 ; 3,9 ; 4,7 ; 5,6 ; 6,8 ; 8,2

- Gía trị linh kiện có thể có các giá trị bằng giá trị củabảng trên nhân với các ước số của 10 hay bội số của 10(10^{-2}, 10^{-1} ,10, 10^{2} ,10^{3}, 10^{4}, 10^{5}, 10^{6}).

3.4. Các linh kiện khác cùng nhóm và ứng dụng.

Cuộn cảm được ứng dụng làm micro điện động, loa điện động, rờle, biến áp, cuộn dây trong đầu đọc đĩa,….Trong mạch điện tử, cuộn cảm có thể ở mạch

lọc nguồn, mạch lọc tần số, mạch dao động cộng hưởng, mạch tạo (chỉnh sửa) dạng sóng, dạng xung,…

Loa (Speaker): Loa là một ứng dụng của cuộn dây và từ trường.(hình 2-18)

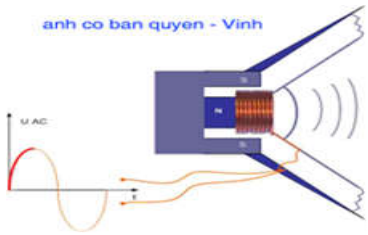


Hình 2-18. Loa 4Ω – 20W (Speaker)

Cấu tạo: Gồm một nam châm hình trụ có hai cực lồng vào nhau , cực N ở giữa và cực S ở xung quanh ,giữa 2 cực tạo thành 1 khe từ có từ trường khá mạnh ,một cuộn dây được gắn với màng loa và ddược đặt trong khe từ.Màng loa được đỡ bằng gân cao su mềm giúp cho màng loa có thể dễ dàng dao động ra vào

Hoạt động:

Khi ta cho dòng điện âm tần (điện xoay chiều từ 20Hz => 20.000Hz) chạy qua cuộn dây ,cuộn dây tạo ra từ trường biến thiên và bị từ trường cố định của nam châm đẩy ra ,đẩy và làm cuộn dây dao động => màng loa dao động theo và phát ra âm thanh .



Cấu tạo và hoạt động của Loa (Speaker)

Chú ý : Tuyệt đối ta không được đưa dòng điện một chiều vào loa , vì dòng điện một chiều chỉ tạo ra từ trường cố định và cuộn dây của loa chỉ lệch về một hướng rồi dừng lại, khi đó dòng một chiều qua cuộn dây tăng mạnh (do không có điện áp cảm ứng theo chiều ngược lai) vì vậy cuộn dây sẽ bị cháy .

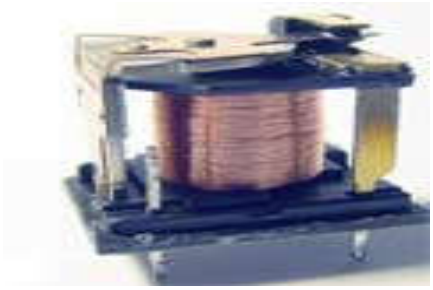
Micro (hình 2-19).



Hình 2-19.*Micro*

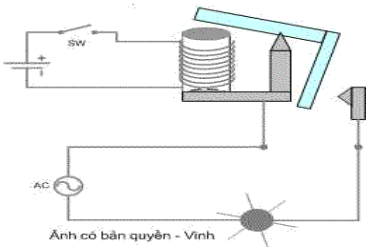
Thực chất cấu tạo Micro là một chiếc loa thu nhỏ, về cấu tạo Micro giống loa nhưng Micro có số vòng quấn trên cuộn dây lớn hơn loa rất nhiều vì vậy trở khỏang của cuộn dây micro loa rất lớn khoảng 600Ω (trở khoảng loa từ 4Ω - 16Ω) ngoai ra micro cũng được cấu tạo rất mỏng để dễ dàng dao động khi có âm thanh tác động vào.Loa là thiết bị để chuyển dòng điện thành âm thanh còn micro thì ngược lại , Micro đổi âm thanh thành dòng điện âm tần.

RƠ LE .(hình 2-20)



Hình 2-20. Rơ le

Rơ le cũng là một ứng dụng của cuộn dây trong sản xuất thiết bị điện tử, nguyên lý hoạt động của Rơle là biến đổi dòng điện thành từ trường thông qua quộn dây, từ trường lại tạo thành lực cơ học thông qua lực hút để thực hiện một động tác về cơ khí như đúng mở công tắc, đóng mở các hành trình của một thiết bị tự động .(hình 2-21)



Hình 2-21. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Rơ le

Cách kiểm tra linh kiện thụ động

Đo điện trở

Hư hỏng thường gặp:

- Tình trạng điện trở đo Ω không lên -> điện trở bị đứt.

- Điện trở cháy (bị sẫm màu khó phân biệt các vòng màu và có mùi khét) là do làm việc quá công suất quy định.

- Tăng trị số: bột than bị biến chất làm tăng.

- Giảm trị số: điện trở dây quấn bị chạm.

Biến trở: Cách đo và kiểm tra:

- Hư hỏng thực tế: than đứt, bẩn, rỗ.

- Đo thử: vặn thang đo Ω

- Đo cặp chân (1-3 hay 2 chân ngòai) đối chiếu với giá trị ghi trên thân biến trở xem có đúng không?

- Đo tiếp chân (1-2 hay chân ngòai và chân giữa) dùng tay chỉnh thử xem kim đồng hồ thay đổi là tốt.

- Biến trở thay đổi giá trị chậm là loại biến trở tinh chỉnh.

- Biến trở thay đổi giá trị nhanh là loại biến trở volume.

Tụ điện: Cách đo kiểm tra tụ điện:

- Đo nguội: vặn VOM ở thang đo Ω

x1 tụ > 100 μF

x10 10 μF -> 100 μF

x100 1 μF -> 10 μF

x1K 104 ->10 μF

x10K 102 -> 104F

Thực hiện thao tác đo 2 lần và có đổi chiều đo, ta thấy:

+ Kim vọt lên rồi trả về hết: khả năng nạp xả của tụ còn tốt.
+ Kim vọt lên 0Ω: tụ bị nối tắt (bị đánh thủng, bị chạm).
+ Kim vọt lên nhưng trở về không hết: tụ bị rò.
+ Kim vọt lên nhưng trở về lờ đờ: tụ khô.
+ Kim không lên: tụ đứt (đừng nhầm với tụ quá nhỏ < 1 μF)

- Đo nóng: (áp chịu đựng >50V)

Đặt VOM ở thang đo V_{DC} (cao hơn nguồn E rồi đặt que đo đúng cực tính)

+ Kim vọt lên rồi trở về: tốt
+ Kim vọt lên bằng giá trị nguồn cấp và không trả về: tụ bị nối tắt.
+ Kim vọt lên nhưng trở về không hết: tụ rã
+ Kim vọt lên trở về lờ đờ: tụ bị khô.
+ Kim không lên: tụ đứt.

Tụ xoay :

Dùng thang đo Rx1

- Đo 2 chân CV rồi xoay hết vòng không bị rò chạm là tốt.
- Đo 2 chân CV với trục không chạm.

Đo thử cuộn dây

Đo thử biến thế

- Đo thử Rơle

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu hỏi 1: Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách đánh dấu x vào ô vuông thích hợp:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Điện trở có tính chất gì? a. Dẫn điện DC b. Dẫn điện AC c. Dẫn điện DC và AC. d. Không cho dòng điện đi qua.	□	□	□	□
2	Trong mạch điện, điện trở làm nhiệm vụ gì? a. Giảm áp. b. Hạn dòng. c. Phân cực. d. Cả ba yếu tố trên.	□	□	□	□
3	Căn cứ vào đâu để phân loại điện trở? a. Cấu tạo. b. tính chất. c. Công dụng. d. Cấp chính sác.	□	□	□	□
4	Điện trở mắc nối tiếp có tính chất gì? a. Tăng giá trị b. Giảm giá trị c. Giá trị không thay đổi. d. Cả ba đều sai	□	□	□	□
5	Điện trở mắc song song có tính chất gì? a. Tăng giá trị b. Giảm giá trị c. Tăng công suất d. Cả ba đều đúng	□	□	□	□
6	Thông thường người ta mắc điện trở song song để làm gì? a. Tăng công suất chịu tải b. Giảm giá trị điện trở trên mạch c. Tăng diện tích toả nhiệt trên mạch d. Cả ba điều trên	□	□	□	□

7	Điện trở có thông số kĩ thuật cơ bản nào? a. Trị số b. Sai số c. Công suất d. Cả ba điều trên	□	□	□	□
8	Biến trở trong mạch điện dùng để làm gì? a. Thay đổi giá trị của điện trở. b. Thay đổi điện áp phân cực c. Thay đổi dòng phân cực d. Cả ba đều sai	□	□	□	□
9	Trong kĩ thuật biến trở than dùng để làm gì? a. Hạn chế dòng điện qua mạch b. Giảm điện áp cung cấp cho mạch c. Phân cực cho mạch điện d. Cả ba điều trên.	□	□	□	□
10	Trong kĩ thuật biến trở dây quấn dùn để làm gì? a. Hạn chế dòng qua mạch điện. b. Giảm điện áp cung cấp cho mạch điện c. Phân cực cho mạch điện d. Gồm a,b	□	□	□	□
11	Tụ điện có tính chất gì? a. Ngăn dòng một chiều b. Ngăn dòng xoay chiều c. Cả a,b đúng d. Cả a,b sai	□	□	□	□
12	Trong kĩ thuật tụ điện được chia làm mấy loại? a. Phân cực b. Không phân cực c. Thường d. Gồm a, b.	□	□	□	□
13	Tụ mắc nối tiếp có tính chất gì? a. Tăng trị số b. Giảm trị số c. Không thay đổi d. Tất cả đều sai	□	□	□	□

14	Tụ mắc song song có tính chất gì? a. Tăng trị số b. Giảm trị số c. Không thay đổi d. Tất cả đều sai.	□	□	□	□
15	Trong thực tế thông thường người ta mắc tụ theo cách nào? a. Mắc nối tiếp b. Mắc song song c. Mắc hỗn hợp d. Tất cả các cách trên	□	□	□	□
16	Tụ điện có những thông số cơ bản nào? a. Trị số b. Điện áp làm việc c. Cấp chính xác d. Tất cả các yếu tố trên.	□	□	□	□
17	Cuộn cảm có tính chất gì? a. Ngăn dòng DC b. Ngăn dòng AC c. Cả a, b đúng d. Cả a, b sai	□	□	□	□
18	Hệ số từ cảm của cuộn cảm phụ thuộc vào yếu tố nào? a. Số vòng dây. b. Phẩm chất lõi c. Kĩ thuật quấn. d. Cả ba điều trên.	□	□	□	□
19	Có mấy hình thức ghi trị số linh kện thụ động**?** a. Ghi trực tiếp. b. Ghi bằng vòng màu. c. Ghi bằng kí tự. d. Cả ba cách trên.	□	□	□	□
20	Cách ghi trị số linh kiện thụ động dựa vào đâu? a. Giá trị của linh kiện. b. Kích thước của linh kiện. c. Hình dáng của linh kiện d. Cấu tạo của linh kiện.	□	□	□	□

Câu hỏi 2.

a. Điện trở là gì? Hãy kể tên một số loại điện trở và nói vài ứng dụng của nó. Nêu vài cách đọc trị số điện trở.

b. Điện trở có mấy cách mắc cơ bản? Hãy kể tên và vẽ đoạn mạch tương ứng gồm hai điện trở. Viết biểu thức quan hệ giữa các đại lượng I, U, R trong đoạn mạch. Nêu nhận xét.

c. Tụ điện là gì? Hãy kể tên một số loại tụ điện và nói vài ứng dụng của nó. Nêu vài cách đọc trị số điện dung.

d. Điện dung là gì? Nêu công thức tính và cho biết tên, đơn vị của các đại lượng trong công thức. Điện dung phụ thuộc vào những yếu tố nào của tụ điện?

e. Tụ điện có mấy cách mắc cơ bản? Hãy kể tên và vẽ đoạn mạch tương ứng gồm hai tụ điện. Viết biểu thức quan hệ giữa các đại lượng Q, U, C trong đoạn mạch. Nêu nhận xét.

f . Cuộn cảm là gì? Hãy kể tên một số loại Cuộn cảm và nói vài ứng dụng của nó. Nêu vài cách đọc trị số điện cảm.

g. Hệ số tự cảm là gì? Nêu công thức tính và cho biết tên, đơn vị của các đại lượng trong công thức. Hệ số tự cảm phụ thuộc vào những yếu tố nào của cuộn cảm?

Bài tập :

1. Nhận dạng, đo và đọc các điện trở:

Điện trở	Vòng màu	Trị số tương ứng với màu	Kết quả đo bằng VOM
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			
R6			
R7			
R8			
R9			
R10			

Nhận xét:

.....

.....

.....

Thực hành đọc và lấy các điện trở theo yêu cầu.

- Đo biến trở: đo 2 chấu bìa, giữa chấu bìa với hai chấu ngoài. Khi xoay trục chú ý chiều tăng giảm.

2. Nhận dạng, đo kiểm tra tụ, đọc trị số tụ:

Tụ điện	Đọc giá trị ghi trên thân tụ	Thang đo	Hiện tượng	Nhận xét
C1				
C2				
C3				
C4				

Nhận xét:

.....

.....

.....

3. Đọc và đo trị số cuộn dây

- Đo thử Relay, sử dụng relay chú ý 2 thông số quan trọng áp hoạt động của cuộn dây bằng các tiếp điểm chịu đựng.
- Đo thử biến thế:
  + Đo Ω cuộn sơ cấp, thứ cấp.
  + Đo cách điện giữa 2 cuộn sơ và thứ cấp.

Đo thử loa: chọn thang đo Rx1, một que đo chấm sẵn trên loa, que còn lại kích thích lên chấu còn lại, kim nhảy theo và loa phát tiếng rẹt rẹt là tốt. Tại sao?

Nhận xét:

.....

.....

.....

BÀI 2 : LINH KIỆN BÁN DẪN

Mã bài : 13-02

Giới thiệu:

Trong mạch điện tử nếu chỉ thuần các linh kiện thụ động thì không thể hoạt động được, do các thông tin không được tạo ra hoặc không được biến đổi và không được xử lý (điều chế, khuếch đại, chuyển đổi sang các dạng tín hiệu khác..). Linh kiện tích cực trong mạch giữ vai trò quan trọng không thể thiếu được, là điều kiện để tạo ra các thông tin tín hiệu, biến đổi và xử lí thông tin, là nền tảng cấu tạo nên thiết bị điện tử. Ngày nay, với sự phát triển không ngừng của khoa học, công nghệ, nhất là công nghệ bán dẫn, trong các thiết bị điện tử, chúng ta gặp chủ yếu là linh kiện bán dẫn.

Mục tiêu:

- Phân biệt được các linh kiện bán dẫn có công suất nhỏ: điốt nắn điện, điốt tách sóng, led theo các đặc tính của linh kiện.

- Sử dụng được bảng tra để xác định đặc tính kỹ thuật linh kiện theo nội dung bài đã học.

- Phân biệt được các loại linh kiện bằng máy đo VOM/ DVOM theo các đặc tính của linh kiện.

- Kiểm tra đánh giá được chất lượng linh kiện bằng VOM/ DVOM trên cơ sở đặc tính của linh kiện.

- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Khái niệm về chất bán dẫn

1.1.Định nghĩa: Chất bán dẫn là chất có đặc tính dẫn điện trung gian giữa chất dẫn điện và chất cách điện.

Sự phân chia trên chỉ có tính chất tương đối, vì điện trở suất của chất bán dẫn còn phụ thuộc vào nhiều yếu tố khác, nếu chỉ dựa vào điện trở suất để định nghĩa thì chưa thể biểu thị đầy đủ các tính chất của các chất bán dẫn.

1.2.Các tính chất của chất bán dẫn

- Điện trở của chất bán dẫn giảm khi nhiệt độ tăng, điện trở tăng khi nhiệt độ giảm. Một cách lý tưởng ở không độ tuyệt đối (- 273^0C) thì các chất bán dẫn đều trở thành cách điện. Điện trở của chất bán dẫn thay đổi rất nhiều theo độ tinh khiết. Các chất bán dẫn hoàn toàn tinh khiết có thể coi như cách điện khi ở nhiệt độ thấp. Nhưng nếu chỉ có một chút tạp chất thì độ dẫn điện tăng lên rất nhiều, thậm chí có thể dẫn điện tốt như các chất dẫn điện.

- Điện trở của chất bán dẫn thay đổi dưới tác dụng của ánh sáng. Cường độ ánh sáng càng lớn thì điện trở của chất bán dẫn thay đổi càng lớn .

• Khi cho kim loại tiếp xúc với bán dẫn hay ghép hai loại bán dẫn N và P với nhau thì nó chỉ dẫn điện tốt theo một chiều. Ngoài ra, các chất bán dẫn có nhiều đặc tính khác nữa.

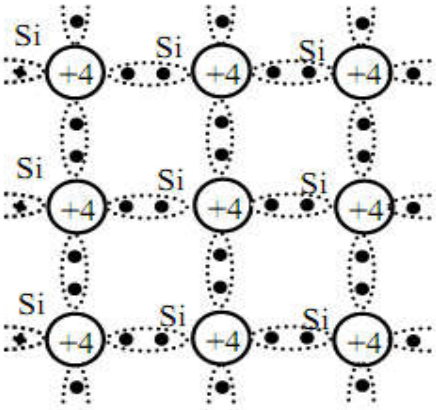
1.3. Sự dẫn điện trong chất bán dẫn tinh khiết

Người ta đã nghiên cứu và đưa ra kết luận: dòng điện trong các chất dẫn điện là do các điện tử tự do chạy theo một chiều nhất định mà sinh ra. Còn dòng điện trong chất bán dẫn không những do sự di chuyển có hướng của các điện tích âm (điện tử), mà còn là sự di chuyển có hướng của các điện tích dương (lỗ trống).

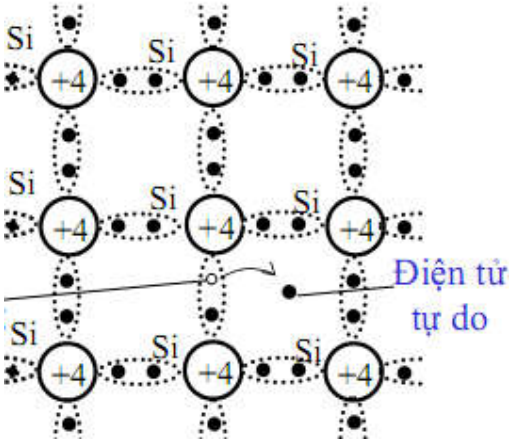
Bán dẫn thuần : là bán dẫn duy nhất không pha thêm chất khác vào.

Sự dẫn điện của bán dẫn thuần.

Ví dụ: Xét bán dẫn tinh khiết Si, Si có 4 điện tử ở lớp ngoài cùng, 4 điện tử này sẽ liên kết với 4 điện tử của bốn nguyên tử kế cận nó, hình thành mối liên kết gọi là liên kết cộng hóa trị cho nên ở nhiệt độ thấp mối liên kết này khá bền vững. sẽ không có thừa điện tử tự do, do đó không có khả năng dẫn điện. Gọi là trạng thái trung hoà về điện.(hình 3-1)



Hình 3-1. Mạng tinh thể của Si



Hình 3-2. Sự tạo thành lỗ trống và điện tử tự do

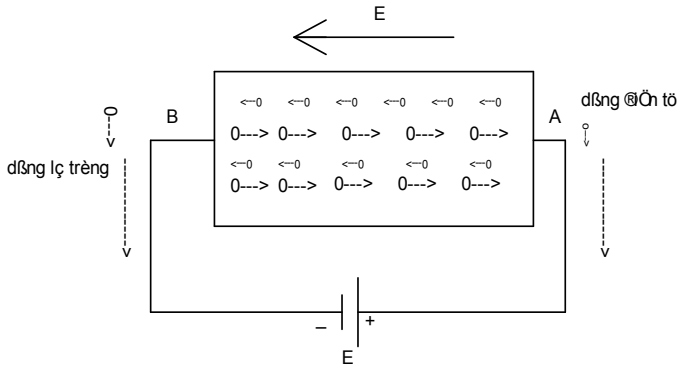
Khi nhiệt độ tác động vào chất bán dẫn tăng lên, thì điện tử lớp ngoài cùng được cung cấp nhiều năng lượng nhất. Một số điện tử nào đó có đủ năng lượng thắng được sự ràng buộc của hạt nhân thì rời bỏ nguyên tử của nó, trở thành điện tử tự do, di chuyển trong mạng tinh thể. Chỗ của chúng chiếm trước đây trở thành lỗ trống và trở thành ion dương. Ion dương có nhu cầu lấy một điện tử bên cạnh để trở về trạng thái trung hoà về điện.

Sẽ có một điện tử của Si bên cạnh nhảy vào lấp chỗ trống. Lại tạo nên một lỗ trống khác và sẽ có một điện tử ở cạnh đó nhảy vào lấp chỗ trống.(hình 3-2)

Cứ như vậy, mỗi khi có một điện tử tự do thoát khỏi ràng buộc với hạt nhân của nó, di chuyển trong mạng tinh thể, thì cũng có một lỗ trống chạy trong đó. Thực chất, sự di chuyển của lỗ trống là do di chuyển của các điện tử chạy tới lấp lỗ trống.

Trong chất bán dẫn tinh khiết bao giờ số điện tử và số lỗ trống di chuyển cũng bằng nhau. Ở nhiệt độ thấp thì chỉ có ít cặp điện tử lỗ trống di chuyển. Nhưng nhiệt độ càng cao thì càng có nhiều cặp điện tử, lỗ trống di chuyển. Sự di chuyển này không có chiều nhất định nên không tạo nên dòng điện.

Nếu bây giờ đấu thanh bán dẫn với hai cực dương, âm của một pin, thì giữa hai đầu thanh bán dẫn có một điện trường theo chiều từ A đến B (hình 3.3.). Các điện tử sẽ di chuyển ngược chiều điện trường, các điện tử tới lấp lỗ trống cũng chạy ngược chiều điện trường. Dòng điện tử và dòng lỗ trống hợp thành dòng điện trong thanh bán dẫn. nhiệt độ càng tăng thì dòng điện càng lớn. (hình 3-3)



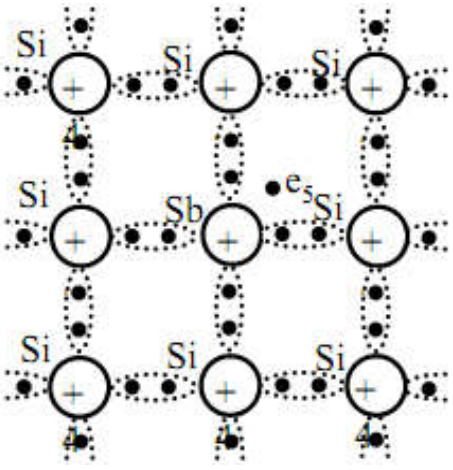
Hình 3-3. Chiều chuyển động của các điện tử và lỗ trống

1.3 Sự dẫn điện trong chất bán dẫn tạp

Bán dẫn tạp chất là bán dẫn có pha thêm chất khác vào. Tùy vào chất khác là chất nào mà có hai loại bán dẫn tạp chất: bán dẫn loại N và bán dẫn loại P.

Bán dẫn N: Bán dẫn loại N còn gọi là bán dẫn điện tử hay bán dẫn âm..

Nếu cho một ít tạp chất antimoan (Sb) vào tinh thể Si tinh khiết ta thấy hiện tượng sau: nguyên tử Sb có năm điện tử ở lớp ngoài cùng, nên chỉ có 4 điện tử của antimoan (Sb) kết hợp với bốn điện tử liên kết giữa antimoan (Sb) và bốn nguyên tử Si, còn điện tử thứ năm thì thừa ra. Nó không bị ràng buộc với một nguyên tử Si nào, nên trở thành điện tử tự do di chuyển trong tinh thể chất bán dẫn. Do đó, khả năng dẫn điện của loại bán dẫn này tăng lên rất nhiều so với chất bán dẫn thuần. Nồng độ tạp chất antimoan (Sb) càng cao thì số điện tử thừa càng nhiều và chất bán dẫn càng dẫn điện tốt. Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng điện tử. Chất bán dẫn đó gọi là chất bán dẫn N. (hình 3-4)



Hình 3-4. Mạng tinh thể của chất bán dẫn loại N

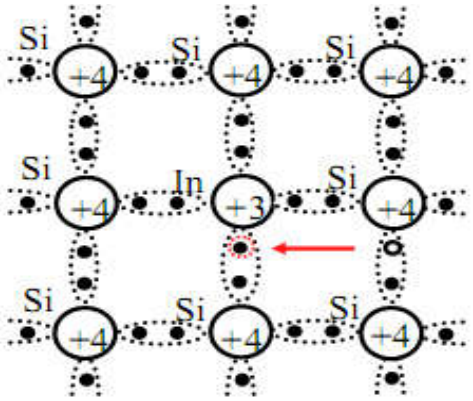
Nếu cho tạp chất hoá trị 5 như phốt pho (P), asen (As), antimoan (Sb) vào các chất hoá trị 4 như gecmani (Ge), silic (Si), cacbon (C) ta có bán dẫn N. Trong chất bán dẫn loại N thì các điện tử thừa là các hạt điện tích âm chiếm đa số. Số lượng điện tử thừa phụ thuộc nồng độ tạp chất. Còn số các cặp điện tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đấu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại N, thì dưới tác động của điện trường E các điện tử chạy ngược chiều điện trường còn các lỗ trống chạy cùng chiều điện trường. Nhờ đó trong mạch có dòng điện.

Dòng điện do các điện tử thừa sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do các cặp điên tử - lỗ trống tạo nên . Vì thế các điện tử thừa này gọi là điện tích đa số.

Bán dẫn P: Bán dẫn loại P còn gọi là bán dãn lỗ trống hay bán dẫn dương.

Nếu cho một ít nguyên tử Inđi (In) vào trong tinh thể gecmani tinh khiết thì ta thấy hiện tượng sau: nguyên tử indi có ba điện tử ở lớp ngoài cùng, nên ba điện tử đó chỉ liên kết với ba điện tử của ba nguyên tử gecmani chung quanh. Còn liên kết thứ tư của inđi với một nguyên tử gecmani nữa thì lại thiếu mất một điện tử, chỗ thiếu đó gọi là lỗ trống, do có lỗ trống đó nên có sự di chuyển điện tử của nguyên tử gécmani bên cạnh tới lấp lỗ trống và lại tạo nên một lỗ trống khác, khiến cho một điện tử khác lại tới lấp. Do đó chất bán dẫn loại P có khả năng dẫn điện. Lỗ trống coi như một điện tích dương. Nguyên tử inđi trước kia trung tính, nay trở thành ion âm, vì có thêm điện tử. .(hình 3-5)



Hình 3-5. Mạng tinh thể của chất bán dẫn loại N

Hiện tượng dẫn điện như trên gọi là dẫn điện bằng lỗ trống. Chất bán dẫn đó là bán dẫn loại P hay còn gọi là bán dẫn dương.

Nếu có tạp chất hoá trị ba như inđi (In), bo (B), gali (Ga) vào các chất bán dẫn hoá trị bốn như Ge, Si,C thì có bán dẫn loại P.

Trong chất bán dẫn loại P, lỗ trống là những hạt mang điện tích chiếm đa số. Số lượng lỗ trống phụ thuộc vào nồng độ tạp chất, còn số các cặp điên tử - lỗ trống do phá vỡ liên kết tạo thành thì phụ thuộc vào nhiệt độ.

Nếu đấu hai cực của bộ pin vào hai đầu một thanh bán dẫn loại P thì dưới tác động của điện trường E, các lỗ trống (đa số) và các cặp điện tử - lỗ trống

đang di chuyển lung tung theo mọi hướng sẽ phải di chuyển theo hướng quy định. Nhờ đó trong mạch có dòng điện. Dòng điện do lỗ trống sinh ra lớn hơn nhiều so với dòng điện do cặp điện tử - lỗ trống. Vì thế trong bán dẫn loại P các lỗ trống là điện tích đa số.

1.4. Ưu nhược điểm của linh kiện bán dẫn

▪ *Ưu điểm:*

– Linh kiện bán dẫn không có sợi nung, nên không cần nguồn sợi nung, vừa không tốn điện vừa tránh được nhiễu tạp do sợi nung gây ra.

– Linh kiện bán dẫn có thể tích nhỏ gọn, dễ lắp ráp.

– Linh kiện bán dẫn có tuổi thọ tương đối dài.

▪ *Nhược điểm:*

- Linh kiện bán dẫn có điện áp ngược nhỏ hơn so với đèn điện tử chân không.

- Linh kiện bán dẫn có dòng điện ngược (Dòng rỉ),

- Linh kiện bán dẫn có điện trở ngược không lớn, lại không đồng đều,

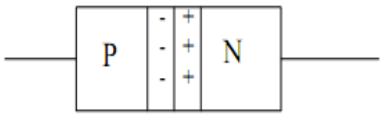
- Các thông số kĩ thuật của linh kiện bán dẫn thay đổi theo nhiệt độ.

2. Tiếp giáp P-N; điôt tiếp mặt

2.1. Tiếp giáp PN

2.1.1. Cấu tạo:

Ghép bán dẫn loại N và bán dẫn loại P tiếp xúc với nhau sẽ hình thành một lớp tiếp xúc P - N.Trong bán dẫn P lỗ trống là các điện tích đa số, còn trong bán dẫn N là các điện tử thừa.(hình 3-6)



Hình 3-6. Cấu tạo mối nối PN

Nguyên lí hoạt động:

- *Khi chưa có điện trường ngoài đặt lên tiếp xúc :*

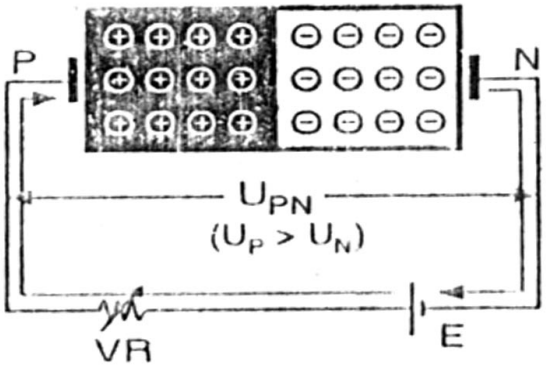
Khi ghép hai loại bán dẫn P và N với nhau thì điện tử thừa của N chạy sang P và các lỗ trống của bán dẫn P chạy sang N. Chúng gặp nhau ở vùng tiếp giáp, tái hợp với nhau và trở nên trung hoà về điện.

Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn P, do mất lỗ trống nên chỉ còn lại những ion âm. Vì vậy, ở vùng đó có điện tích âm. Ở vùng tiếp giáp về phía bán dẫn N, do mất điện tử thừa, nên chỉ còn lại những ion dương. Vì vậy ở vùng đó có điện tích dương, do đó, hình thành điện dung ở mặt tiếp giáp. Đến đây, sự khuếch tán qua lại giữa P và N dừng lại.

Vùng tiếp giáp đã trở thành một bức rào ngăn không cho lỗ trống từ P chạy qua N và điện tử N chạy qua P. Riêng các hạt mang điện tích thiểu số là các điện tử trong bán dẫn P và các lỗ trống trong bán dẫn N là có thể vượt qua tiếp giáp, vì chúng không bị ảnh hưởng của bức xạ hàng rào ngăn, mà chỉ phụ thuộc nhiệt độ.

- Khi có điện trường ngoài đặt lên tiếp xúc :

+ Phân cực thuận(hình 3-7).

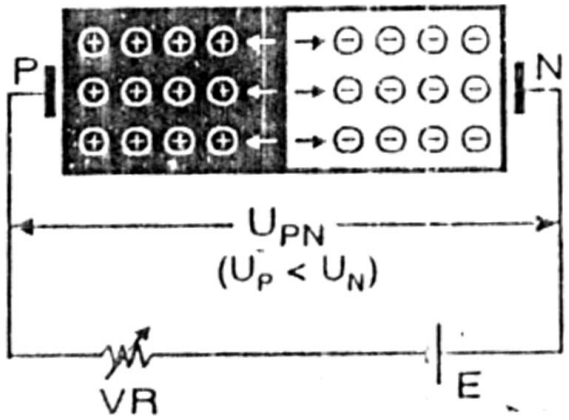


Hình 3-7. Phân cực thuận cho mối nối PN

Do tác dụng của điện trường E, các điện tử thừa trong N chạy ngược chiều điện trường vượt qua tiếp giáp sang P, để tái hợp với các lỗ trống trong P chạy về phía tiếp giáp. Điện tử tự do từ âm nguồn sẽ chạy về bán dẫn N để thay thế, tạo nên dòng thuận có chiều ngược lại.

Dòng thuận tăng theo điện áp phân cực. Ngoài ra, phải kể đến sự tham gia vào dòng thuận của các điện tử trong cặp điện tử - lỗ trống. Khi nhiệt độ tăng lên thì thành phần này tăng, làm cho dòng thuận tăng lên.

+ Phân cực ngược (hình 3-8)



Hình 3-8. Phân cực ngược cho mối nối PN

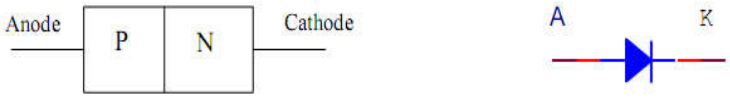
Do tác động của điện trường E các điện tử thừa trong N và các lỗ trống trong P đều di chuyển về hai đầu mà không vượt qua được tiếp giáp, nên không

tạo nên được dòng điện. Chỉ còn một số điện tích thiểu số là những lỗ trống trong vùng bán dẫn N và các điện tử trong vùng bán dẫn P (của cặp điện tử - lỗ trống) mới có khả năng vượt qua tiếp giáp. Chúng tái hợp với nhau.

Do đó có một dòng điện tử rất nhỏ từ cực âm nguồn chạy tới để thay thế các điện tử trong P chạy về phía N và tạo nên dòng điện ngược rất nhỏ theo chiều ngược lại. Gọi là dòng ngược vì nó chạy từ bán dẫn âm (N) sang bán dẫn dương (P). Dòng ngược này phụ thuộc vào nhiệt độ và hầu như không phụ thuộc điện áp phân cực. Đến khi điện áp phân cực ngược tăng quá lớn thì tiếp giáp bị đánh thủng và dòng ngược tăng vọt lên.

2.2. Điôt tiếp mặt:

➢ Cấu tạo – Kí hiệu : Điốt tiếp mặt gồm hai bán dẫn loại P và loại N tiếp giáp nhau. Đầu bán dẫn P là cực dương(Anốt), đầu bán dẫn N là cực âm (Katốt) .(hình 3-9)



Hình 3-9. Cấu tạo và kí hiệu của Điôt

Điốt tiếp mặt có nhiều cỡ to nhỏ, hình thức khác nhau. Do diện tiếp xúc lớn, nên dòng điện cho phép đi qua có thể lớn hàng trăm miliampe đến hàng chục ampe, điện áp ngược có thể từ hàng trăm đến hàng ngàn vôn. Nhưng điện dung giữa các cực lớn tới hàng chục picôfara trở lên, nên chỉ dùng được ở tần số thấp để nắn điện.

➢ Nguyên lý làm việc của điôt tiếp mặt :

Phân cực thuận diode $V_A > V_K$ *(* $V_{AK} > 0$*)* : nối A với cực dương của nguồn, K với cực âm của nguồn.

Điện tích âm của nguồn đẩy điện tử trong N về lớp tiếp xúc. Điện tích dương của nguồn đẩy lỗ trống trong P về lớp tiếp xúc, làm cho vùng khiếm khuyết càng hẹp lại. Khi lực đẩy đủ lớn thì điện tử từ vùng N qua lớp tiếp xúc, sang vùng P và đến cực dương của nguồn….Lực đẩy đủ lớn là lúc diode có VAK đạt giá trị Vγ, lúc này diode có dòng thuận chạy theo chiều từ A sang K.

Vγ được gọi là điện thế ngưỡng (điện thế thềm, điện thế mở).

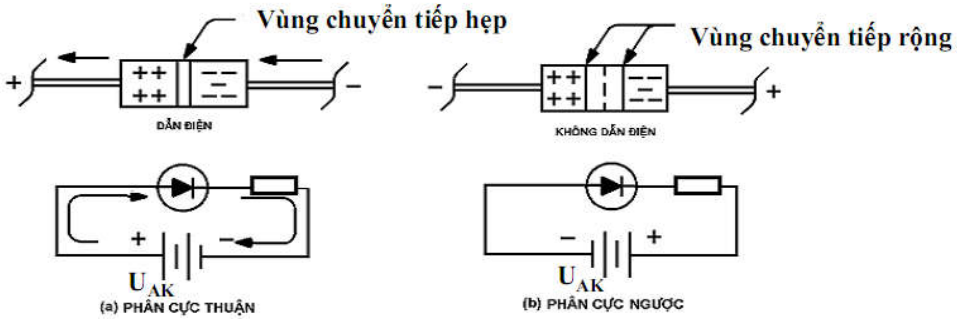
Đối với loại Si có Vγ = 0,6 V (0,7 V); Ge có Vγ= 0,2 V.

Phân cực nghịch diode $V_A < V_K$ *(*$V_{AK} < 0$*)* : nối A với cực âm của nguồn, K với cực dương của nguồn.

Điện tích âm của nguồn sẽ hút lỗ trống của vùng P, điện tích dương của nguồn sẽ hút điện tử của vùng N, làm cho điện tử và lỗ trống càng xa nhau hơn. Vùng khiếm khuyết càng rộng ra nên hiện tượng tái hợp giữa điện tử và lỗ trống càng khó khăn hơn.

Như vậy, sẽ không có dòng qua diode. Tuy nhiên, ở mỗi vùng bán dẫn còn có hạt tải thiểu số nên một số rất ít điện tử và lỗ trống được tái hợp tạo nên dòng điện nhỏ đi từ N qua P gọi là dòng nghịch (dòng rỉ, dòng rò). Dòng này rất nhỏ cỡ vài nA. Nhiều trường hợp coi như diode không dẫn điện khi phân cực nghịch.

Tăng điện áp phân cực nghịch lên thì dòng xem như không đổi, tăng quá mức thì diode hư (bị đánh thủng). Nếu xét dòng điện rỉ thì diode có dòng nhỏ chạy theo chiều từ K về A khi phân cực nghịch. (hình 3-10)



Hình 3-10. Nguyên lý hoạt động của điôt

Đặc tuyến volt - Ampe

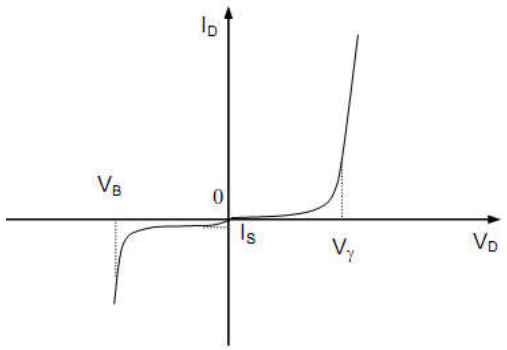
Is: dòng bão hòa nghịch

V_γ : Điện thế ngưỡng

V_B: Điện thế đánh thủng

Đầu tiên phân cực thuận diode, tăng V_{DC} từ 0 lên, khi $V_D = V_\gamma$ thì diode bắt đầu có dòng qua. V_γ được gọi là điện thế thềm (điện thế ngưỡng, điện thế mở) và có trị số phụ thuộc chất bán dẫn. Sau khi V_D vượt qua V_γ thì dòng điện sẽ tăng theo hàm số mũ .

Phân cực ngược diode: tăng U_{AK} thì chỉ có dòng dò rất nhỏ chạy qua diod . Khi U_{AK} tăng tới giá trị V_B thì dòng ngược bắt đầu tăng mạnh.Tiếp tục tăng U_{AK} thì dòng ngược tăng rất nhanh nhưng điện áp qua tiếp xúc PN chỉ lớn hơn V_B rất ít.(hình 3-11).



Hình 3-11.Đặc tuyến Volt – Ampe.

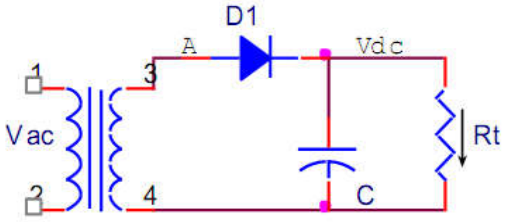
3. Cấu tạo, phân loại và các ứng dụng cơ bản của điôt

3.1. Điốt nắn điện

Do đặc tính làm việc ở dòng lớn, áp cao nên điôt nắn điện được dùng là điốt tiếp mặt như đã trình bày ở phần trên.

Các mạch nắn diện cơ bản:

Mạch nắn điện bán kỳ: (hình 3-12)



Hình 3-12. Mạch nắn điện một bán kỳ

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch như sau:

T: Biến áp dùng để tăng hoặc giảm áp (Thông thường là giảm áp)

D: Điốt nắn điện.

C: Tụ lọc xoay chiều.

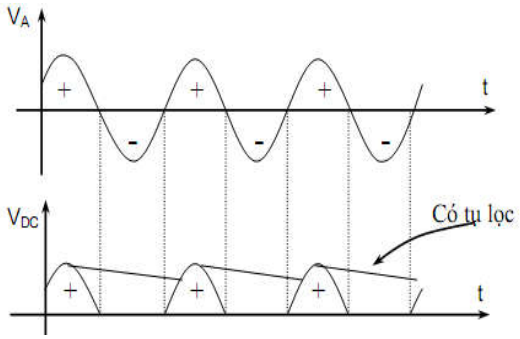
Nguyên lí hoạt động của mạch như sau:

Điện áp xoay chiều ngõ vào Vac in qua biến áp được tăng hoặc giảm áp. Được đưa đến Điôt nắn điện.

Giả sử bán kỳ đầu tại A (+) : D được phân cực thuận nên dẫn điện nạp điện cho tụ C, có dòng I_L qua tải và cho ra điện thế trên tải V_{DC} dạng bán kỳ dương gần bằng U_A.

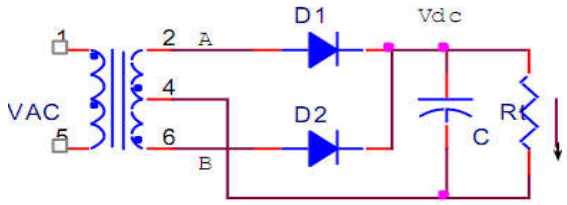
Bán kỳ kế tiếp tại A (-) : D phân cực nghịch nên không có dòng hay dòng qua tải bằng không và $V_{DC} = 0$. Tụ xả điện .

Điện áp trên tải là điện áp một chiều còn nhấp nháy. Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng điện áp chỉnh lưu, người ta mắc thêm tụ lọc C. (hình 3-13)



Hình 3-13. Dạng sóng vào, ra của mạch chỉnh lưu bán kì.

- Mạch nắn điện toàn kỳ dùng hai điốt: (hình 3-14)



Hình 3-14. Mạch nắn điện toàn kì dùng hai điốt

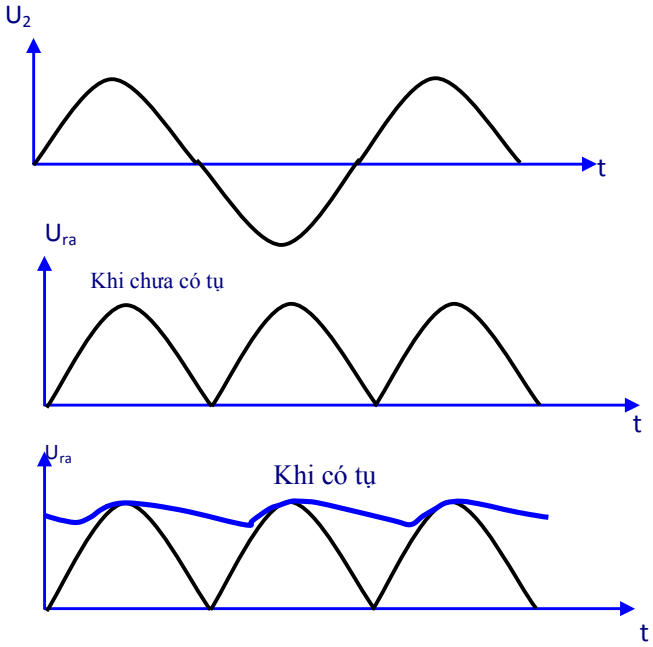
Nguyên lí hoạt động như sau:

Mạch dùng biến áp đảo pha, cuộn thứ cấp có ba đầu ra, điểm giưa chia cuộn thứ thành hai nửa cuộn bằng nhau và ngược pha nhau. Điều này giúp cho diode D_1 và D_2 luân phiên dẫn điện trong mỗi bán kỳ.

Giả sử bán kỳ đầu tại A (+), B (-) : D_1 dẫn điện, D_2 ngưng dẫn, cấp dòng qua tải có chiều như hình vẽ, tạo hiệu điện thế U_{DC} giữa 2 đầu tải.

Bán kỳ kế tiếp A (-), B (+) : D_1 ngưng dẫn, D_2 dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều như hình vẽ, tạo ra V_{DC}.

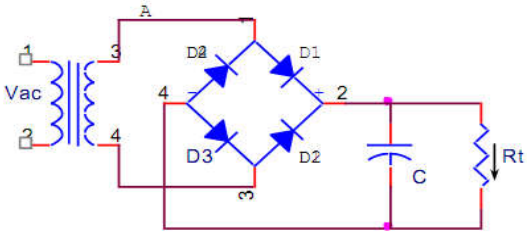
Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng điện áp chỉnh lưu ta mắc thêm tụ lọc C. (hình 3-15)



Hình 3-15. Dạng sóng vào, ra của mạch nắn điện toàn kì

Đặc điểm của mạch là phải dùng biến áp mà cuộn sơ cấp có điểm giữa nên không thuận tiện cho mạch nếu không dùng biến áp, hoặc biến áp không có điểm giữa. Để khắc phục nhược điểm này, thông thường trong thực tế người ta dùng mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu.

Mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu: (hình 3-16)



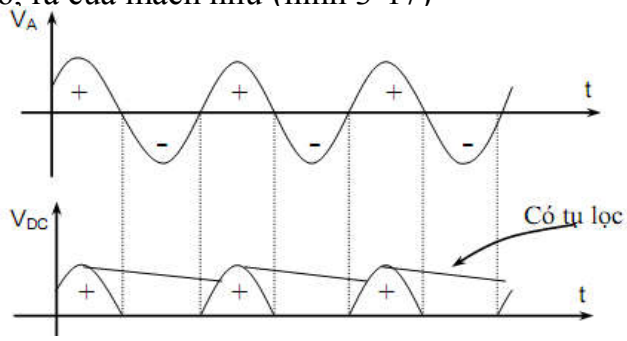
Hình 3-16. Mạch nắn điện toàn kì dùng sơ đồ cầu

Nguyên lí hoạt động như sau:

Giả sử bán kì đầu tại A (+) : D_1 và D_3 dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều từ trên hướng xuống. D_2 và D_4 ngưng dẫn.

Bán kì kế tiếp tại A (-) : D_1 và D_3 ngưng dẫn, D_2 và D_4 dẫn điện, cấp dòng qua tải có chiều từ trên hướng xuống.

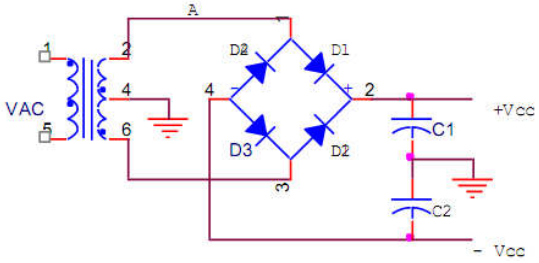
Dạng sóng vào, ra của mach như (hình 3-17)



Hình 3-17. Dạng sóng vào, ra của mạch chỉnh lưu cầu.

Như vậy, những mạch trên có điện áp ra trên tải là điện áp một chiều còn bị nhấp nháy. Để giảm bớt nhấp nháy, nâng cao chất lượng ra ta mắc thêm tụ lọc C song song với tải.

Chỉnh lưu âm dương.(hình 3-18)



Hình 3-18. Mạch chỉnh lưu âm dương

Mạch dùng biến áp đảo pha và cầu diode.

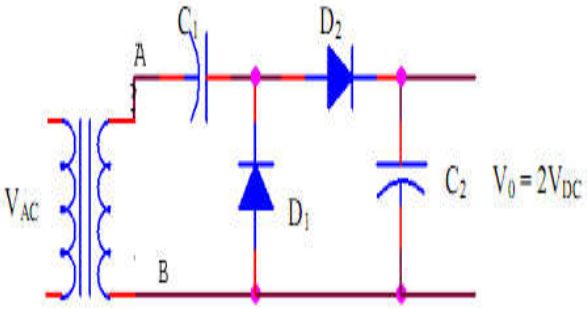
C_1 và C_2 là 2 tụ lọc nguồn.

Ngõ ra là hai nguồn điện áp một chiều đối xứng ± V_{CC}.

- *Mạch nhân áp*

Mạch có tác d lên 2, 3, n lần điện áp đỉnh của nguồn

Mạch chỉnh lưu tăi



Hình 3-19. Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp kiểu Schenbel.

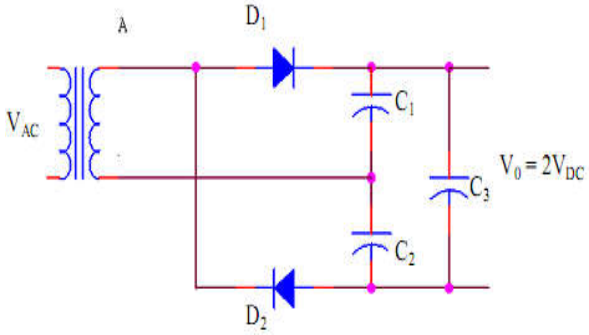
Giả sử bán kì đầu tại A (-),B (+) : D_1 dẫn điện, D_2 ngưng dẫn, dòng điện chạy từ dương qua D_1 nạp vào tụ C_1 một hiệu điện thế V_{DC} có cực tính như hình vẽ… bán kì kế tiếp tại A (+), B (-) : D_1 ngưng dẫn, D_2 dẫn điện với điện thế áp vào D_2 gồm: điện thế tụ C_1 nối tiếp với điện thế xoay chiều bán kì dương.

Như vậy D_2 dẫn nạp vào tụ C_2 một hiệu điện thế là $2V_{DC}$ cấp điện cho tải.

Mạch chỉnh lưu tăng đôi điện thế kiểu Latour

Giả sử tại A là bán kì dương, D_1 dẫn điện, D_2 ngưng dẫn, dòng điện qua D_1 nạp vào tụ C_1 một hiệu điện thế là U_2. Bán kì kế tiếp tại A là bán kì âm, D_1 ngưng dẫn, D_2 dẫn điện, dòng điện qua D_2 nạp vào tụ C_2 một lượng điện thế V_{DC}.

Như vậy cả chu kì điện xoay chiều vào, điện thế một chiều ở ngõ ra gồm hiệu điện thế giữa hai đầu tụ C_1 cộng với hiệu điện thế giữa hai đầu tụ C_2 được nạp ở tụ C_3. Nó chính là $2V_{DC}$ cấp điện cho tải. (hình 3-20)

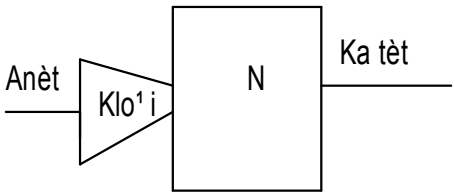


Hình 3-20. Mạch chỉnh lưu nhân đôi điện áp kiểu Latour

3.2. Điôt tách sóng:

Hình dạng nhỏ thuộc loại tiếp điểm, hoạt động tần số cao. Cũng làm nhiệm vụ như diode chỉnh lưu nhưng chủ yếu là với tín hiệu nhỏ và ở tần số cao. Diode này chịu dòng từ vài mA đến vài chục mA. Thường là loại Ge.

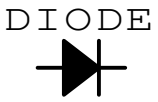
- *Cấu tạo*: (hình 3-21)



Hình 3-21. Cấu tạo của điôt tách sóng

Gồm mũi nhọn kim loại là cực dương, tì lên mặt một miếng bán dẫn loại N là cực âm.

- *Kí hiệu:* giống như điôt tiếp mặt .(hình 3-22)



Hình 3-22. Ký hiệu của điôt tách sóng

- *Tính chất:* - thể tích nhỏ, công suất nhỏ, điện dung giữa hai cực nhỏ, nên dùng ở tần số cao.

Vùng tiếp xúc của điôt tiếp điểm nhỏ, nên dòng điện cho phép qua điôt thương không quá 10 ÷ 15mA và điện áp ngược không quá vài chục volt

- *Ứng dụng:* Thường dùng để tách sóng tín hiệu trong các thiết bị thu vô tuyến, thiết bị có chức năng biến đổi thông tin ....

3.3. Điôt zêne:

- *Cấu tạo* : Diode zener có cấu tạo giống diode thường nhưng chất bán dẫn được pha tạp chất với tỉ lệ cao hơn và có tiết diện lớn hơn diode thường, thường dùng bán dẫn chính là Si. (hình 3-23)

- *Kí hiệu*:



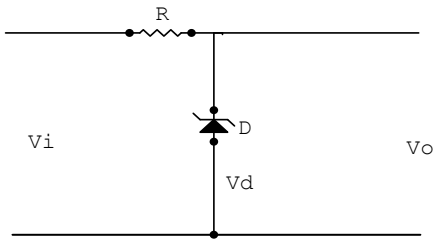
Hình 3-23. Ký hiệu của điôt zêne

- *Tính chất::*

Trạng thái phân cực thuận điôt zêne có đặc tính giống như điôt nắn điện thông thường.

Trạng thái phân cực ngược do pha tạp chất vơi tỉ lệ cao nên dòng rỉ lớn và điện áp ngược thấp, điện áp đó gọi là điện áp zêne Vz. Khi phân cực ngược đến trị số Vz thì dòng qua điôt tăng mà điện áp không tăng.

- *Ứng dụng*: Lợi dụng tính chất của Điôt zêne mà người ta có thể giữ điện áp tại một điểm nào đó không đổi gọi là ghim áp hoặc ổn áp (hình 3-24).



Hình 3-24. Mạch điện sử dụng điôt zêne

. Nếu điện áp ngõ vào là tín hiệu có biện độ cao hơn điện áp V_z thì ngõ ra tín hiệu bị xén mất phần đỉnh chỉ còn lại khoảng biên độ bằng V_z

. Nếu điện áp ngõ vào là điện áp DC cao hơn V_z thì ngõ ra điện áp DC chỉ bằng V_z.

. Nếu điện áp ngõ vào cao hơn rất nhiều V_z. Dòng qua điôt zêne tăng cao đến một giá trị nào đó vượt qua giá trị cho phép thì điôt bị đánh thủng. Làm cho điện áp ngõ ra bị triệt tiêu. Tính chất này được dùng trong các bộ nguồn để bảo vệ chống quá áp ở nguồn đảm bảo an toàn cho mạch điện khi nguồn tăng cao.

R trong mạch giữ vai trò là điện trở hạn dòng hay giảm áp.

3.4. Điôt quang (Photodiode):

- *Cấu tạo:* Điôt quang có cấu tạo gần giống như điôt tách sóng nhưng vỏ bọc cách điện thường được làm bằng lớp nhựa hay thuỷ tinh trong suốt để dễ dàng nhận ánh sáng từ bên ngoài chiếu vào mối nối PN.

- *Kí hiệu:* (hình 3-25)



Hình 3-25. Ký hiệu của điôt quang

- *Tính chất:*

Khi bị che tối: điện trở nghịch vô cùng lớn, điện trở thuận lớn.

Khi bị chiếu sáng: Điện trở nghịch giảm thấp khoảng vài chục KΩ. Điện trở thuận rất nhỏ khoảng vài trăm Ohm.

- *Ứng dụng*: Điôt quang được ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điều khiển tự động ở mọi nghành có ứng dụng kĩ thuật điện tử. Như máy đếm tiền, máy đếm sản phẩm, Cửa mở tự động, Tự động báo cháy ....v.v.

3.5. Điôt phát quang: LED (Light Emitting Diode)

- *Cấu tạo:* Lợi dụng tính chất bức xạ quang của một số chất bán dẫn khi có dòng điện đi qua có màu sắc khác nhau. Lợi dụng tính chất này mà người ta chế tạo các Led có màu sắc khác nhau. .(hình 3-26)

- *Kí hiệu:*



Hình 3-26. Ký hiệu của LED

- *Tính chất:*: Led có điện áp phân cực thuận cao hơn điôt nắn điện nhưng điện áp phân cực ngược cực đại thường không cao khoảng 1,4 - 2,8V. Dòng điện khoảng 5mA - 20mA.

- *Ứng dụng:* Thường được dùng trong các mạch báo hiệu, chỉ thị trạng thái của mạch. Như báo nguồn, chỉ báo âm lượng...

3.5. Điôt biến dung (Varicap): (hình 3-27)

- *Cấu tạo*: Điốt biến dung là loại điôt có điện dung thay đổi theo điện áp phân cực. Ở trạng thái không dẫn điện, vùng tiếp giáp của điốt trở thành điện môi cách điện. Điện dung Cd của điôt phụ thuộc chủ yếu vào hằng số điện môi, diện tích tiếp xúc, chiều dày của điện môi. Theo công thức:

$$Cd = \varepsilon \frac{S}{d}$$

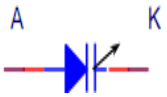
Cd: Điện dung của điốt

ε: Hằng số điện môi

S: Diện tích mối nối.

d: Độ dầy chất điện môi.

- *Kí hiệu:*



Hình 3-27. Ký hiệu của điôt biến dung

- *Tính chất:* Khi được phân cực thuận thì lỗ trống và electron ở hai lớp bán dẫn bị đẩy lại gần nhau làm thu hẹp bề dày cách điện d nên điện dung Cd tăng lên. Khi điốt được phân cực ngược thì lỗ trống và electron bị kéo xa ra làm tăng bề dày cách điện nên điện dung Cd bị giảm xuống.

- *Ứng dụng*: Điôt biến dung được sử dụng như như một tụ điện biến đổi bằng cách thay đổi điện áp phân cực để thay đổi tần số cộng hưởng của mạch dao động, cộng hưởng nên được dùng trong các mạch dao động, cộng hưởng có tần số biến đổi theo yêu cầu như bộ rà đài trong Radio, máy thu hình, máy liên lạc vô tuyến, điện thoại di động

4. Tranzitor BJT

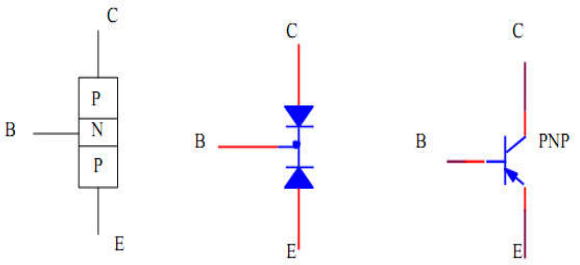
4.1. Cấu tạo:

Transistor mối nối lưỡng cực (BJT) được phát minh vào năm 1948 bởi John Bardeen và Walter Brittain tại phòng thí nghiệm Bell (ở Mỹ). Một năm sau nguyên lí hoạt động của nó được William Shockley giải thích. Những phát minh ra BJT đã được trao giải thưởng Nobel Vật lí năm 1956. Sự ra đời của BJT đã ảnh hưởng rất lớn đến sự phát triển điện tử học.

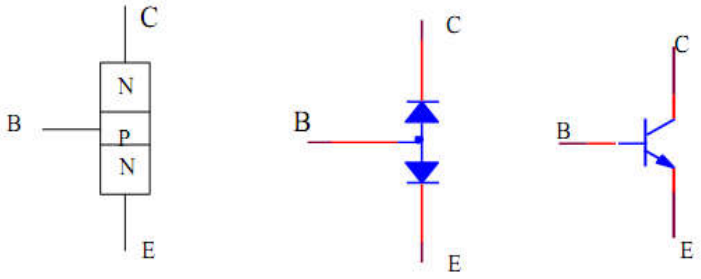
BJT ≡ Bipolar Junction Transistor ≡ Transistor mối nối lưỡng cực ≡ Transistor tiếp xúc lưỡng cực ≡ Transistor lưỡng nối ≡ Transistor lưỡng cực.

Tranzito lưỡng cực là linh kiện bán dẫn gồm 3 lớp bán dẫn P,N xếp xen kẽ tạo thành 2 chuyển tiếp pn . Tranzitor được sử dụng điều khiển chuyển mạch hoặc điều khiển khuếch đại.

Tuỳ theo trình tự sắp xếp giữa bán dẫn loại N và P mà ta có Tranzitor loại NPN hay Tranzitor loại PNP



Hình 3-28.Cấu tạo và ký hiệu của BJT loại PNP



Hình 3-29 .Cấu tạo và ký hiệu của BJT loại NPN

Cấu tạo: với T_{NPN}

Miền thứ 1 (miền N): gọi là miền Emiter có nồng độ pha tạp cao nhất , đóng vai trò phát xạ hạt dẫn .Điện cực nối với miền Emiter gọi là điện cực Emiter (E).

Miền thứ 2 (miền P) : Gọi là miền Bajơ.miền này có nồng độ pha tạp thấp nhất đóng vai trò truyền đạt hạt dẫn . Điện cực nối với miền Bajơ gọi là điện cực Bajơ (B).

Miền thứ 3 (miền N) : gọi là miền Collecter có nồng độ pha tạp cao hơn miền Bajơ nhưng thấp hơn miền Emiter , đóng vai trò thu gom hạt dẫn .Điện cực nối với miền Collecter gọi là điện cực Collecter (C).

Chuyển tiếp giữa miền Emiter - Bajơ gọi là chuyển tiếp Emiter(J_E)

Chuyển tiếp giữa miền Bajơ - Collecter gọi là chuyển tiếp Collecter (J_C).

Hoạt động :

Để Transito hoạt động ta cần phải đưa điện áp 1 chiều tới các cực của Transtio gọi là phân cực cho Transito .

Chế độ khuếch đại : J_E phân cực thuận , J_C phân cực ngược

Do J_E phân cực thuận nên các hạt đa số sẽ khuếch tán qua chuyển tiếp J_E tới miền B tạo dòng I_E (điện tử từ miền E chuyển sang miền B , lỗ trống từ miền B chuyển sang miền E) .

Tại B các hạt đa số chuyển thành các hạt thiểu số , 1 phần tái hợp với lỗ trống trong B tạo dòng I_B .Vì độ rộng miền B mỏng , nồng độ hạt đa số trong miền B ít

hơn nhiều so với miền E và J_C phân cực ngược nên điện tử ở miền B được cuốn sang miền C tạo dòng I_C .

Dòng I_C tạo bởi 2 thành phần : dòng của hạt đa số điện tử từ miền E và dòng của các hạt thiểu số (điện tử ở B khi chưa có sự khuếch tán từ E sang và lỗ trống trong miền C).

Dòng của hạt thiểu số gọi là dòng ngược I_{CB0} << cỡ nA

Áp dụng định luật Kirrchoff ta có :

$$I_E = I_B + I_C$$

Chế độ cắt dòng : J_E và J_C phân cực ngược

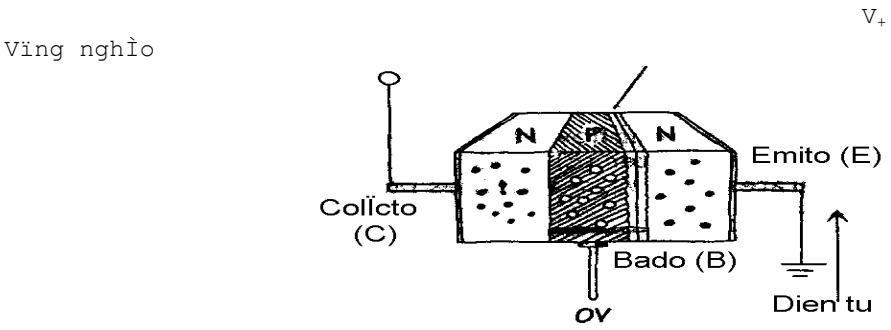
Điện trở của transitor rất lớn và qua transitor chỉ có dòng điện ngược rất nhỏ của chuyển tiếp colecter I_{CB0}

Chế độ bão hoà : J_E , J_C phân cực thuận

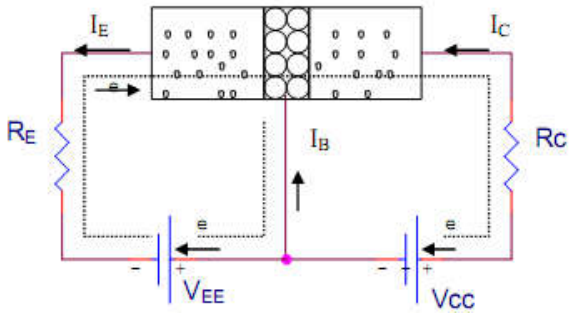
Điện trở của hai chuyển tiếp J_E , J_C rất nhỏ , dòng qua Transito là dòng I_C rất lớn và gần bằng dòng bão hoà .

Chế độ khuếch đại là sử dụng transitor như một phần tử tuyến tính để khuếch đại tín hiệu ,trong khi chế độ bão hòa và chế độ cắt dòng transitor hoạt động như một khóa điện tử với hai trạng thái đóng mở .

Tranzito ngưng dẫn



Hình 3-30. Mô tả trạng thái ngưng dẫn của tranzito



Hình 3-31. Mô tả trạng thái dẫn của tranzito

Từ mô tả trên ta có quan hệ dòng trong transitor như sau :

- $I_E = I_B + I_C$

Hệ số khuếch đại dòng điện ở chế độ một chiều : $\beta_{DC} = \frac{I_C}{I_B}$.

β thường là giá trị không đổi từ $10 \div 500$ nhưng có thể thay đổi theo nhiệt độ và theo điện áp collector – emitter.

Hệ số truyền đạt dòng ở chế độ một chiều : $\alpha_{DC} = \frac{I_C}{I_E}$

$$=> \alpha_{DC} = \frac{\beta_{DC}}{\beta_{DC}+1} \qquad => \beta_{DC} = \frac{\alpha_{DC}}{1-\alpha_{DC}}$$

4.2 Các tính chất cơ bản

4.2.1. Các qui tắc quan trọng:

Qui tắc 1: Đối với tranzito npn, điện áp tại colectơ V_C phải lớn hơn điện áp tại emitơ VE ít nhất là vài phần mười của một vôn, nếu không thì dòng sẽ không chảy qua tiếp giáp colectơ-emitơ. Đối với tranzito pnp, điện áp emitơ phải lớn hơn điện áp colectơ một lượng tương tự.

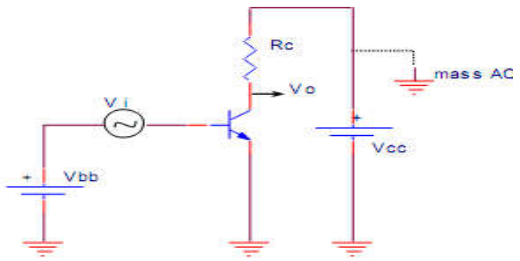
Qui tắc 2: Đối với tranzito npn, có sụt áp từ badơ đến emitơ là 0,6 V. Đối với tranzito pnp, có điện áp 0,6 -V tăng từ badơ đến emitơ. Về ý nghĩa hoạt động, điều đó có nghĩa là điện áp bajơ V_B của tranzito npn ít nhất phải lớn hơn điện áp V_E là 0,6 V; nếu không thì tranzito sẽ không cho một dòng qua emitơ-colectơ. Đối với tranzito pnp, V_B ít nhất phải nhỏ hơn điện áp V_E là 0,6 V, nếu không thì tranzito sẽ không cho một dòng chảy từ colectơ đến emitơ.

4.2.2. Các cách mắc cơ bản của transitor

Trong các mạch điện, BJT được xem như một mạng 4 cực: tín hiệu được đưa vào hai chân cực và tín hiệu lấy ra cũng trên hai chân cực.

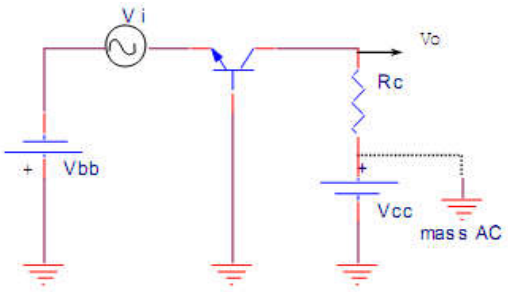
BJT có 3 cực là E, B, C nên khi sử dụng ta phải đặt một chân cựclàm dây chung của mạch vào và mạch ra. Ta có thể chọn một trong 3 chân cực để làm cực chung cho mạch vào và mạch ra. Do đó, Transistor có 3 cách mắc cơ bản là mạch cực phát chung (CE), mạch cựcgốc chung (CB), và mạch cực góp chung (CC).

Mạch cực phát chung (Common Emitter ≡ CE) .(hình 3-32)



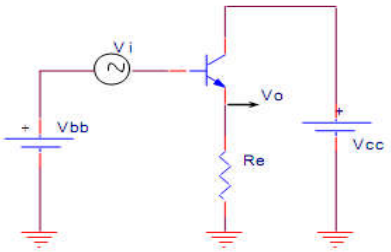
Hình 3-32. BJT mắc kiểu cực phát chung.

BJT mắc kiểu cực nền chung (Common Base ≡ CB) .(hình 3-33)



Hình 3-33. BJT mắc kiểu cực nền chung.

BJT mắc kiểu cực thu chung (Common Collector ≡ CC) .(hình 3-34)



Hình 3-34. BJT mắc kiểu cực thu chung.

CE: -Tín hiệu vào B so với E, tín hiệu ra C so với E

- Pha giữa tín hiệu vào và ra: đảo pha.
- Hệ số khuếch đại Ai, Av lớn.

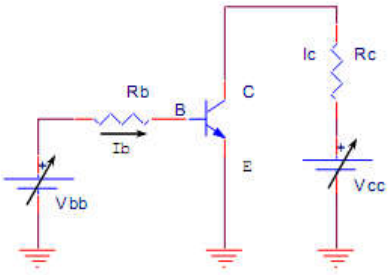
CB: -Tín hiệu vào E so với B, tín hiệu ra C so với B

- Pha giữa tín hiệu vào và ra: cùng pha.
- Hệ số khuếch đại Av lớn, Ai ≈ 1.

CC: - Tín hiệu vào B so với C, tín hiệu ra E so với

- Pha giữa tín hiệu vào và ra: cùng pha.
- Hệ số khuếch đại Ai lớn, Av ≈ 1.

4.2.3. Đặc tuyến của BJT.(hình 3-35)

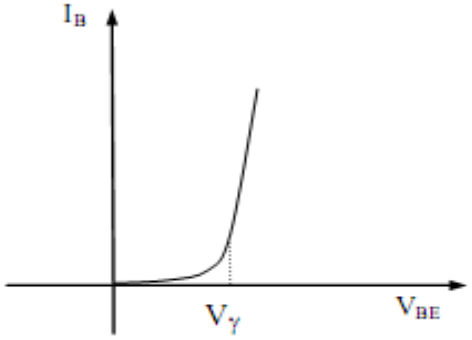


Hình 3-35 . Mạch khảo sát đặc tuyến của BJT.

Xét mạch như hình 3.25. Với V_{BE} là hiệu điện thế giữa cực nền B và cực phát E. V_{CE} là hiệu điện thế giữa cực thu C và cực phát E.

Đặc tuyến ngõ vào $I_B(V_{BE})$ ứng với V_{CE} = const

Chọn nguồn V_{CC} dương xác định để có V_{CE} = const. Chỉnh nguồn V_{BB} để thay đổi V_{BE} từ 0 tăng lên đến giá trị nhỏ hơn điện thế ngưỡng Vγ thì đo dòng $I_B \approx 0$. Tiếp tục tăng nguồn V_{BB} để có $V_{BE} = V\gamma$ thì bắt đầu có dòng I_B và I_B cũng tăng theo dạng hàm số mũ như dòng I_D của diode phân cực thuận.(hình 3-36)



Hình 3-36. Đặc tuyến ngõ vào của BJT

Đặc tuyến truyền dẫn $I_C(V_{BE})$ ứng với V_{CE} = const

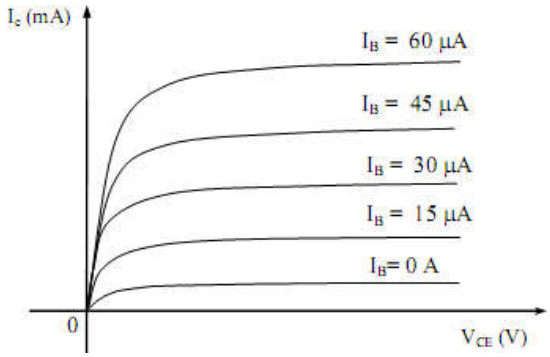
Để khảo sát đặc tuyến này, ta đo, chỉnh nguồn tương tự đặc tuyến ngõ vào nhưng dòng thì đo I_C, quan sát xem I_C thay đổi như thế nào khi V_{BE} thay đổi. Ta có đặc tuyến truyền dẫn $I_C(V_{BE})$ có dạng giống như đặc tuyến ngõ vào $I_B(V_{BE})$ nhưng dòng I_C có trị số lớn hơn I_B nhiều lần.

$$I_C = \beta I_B$$

Đặc tuyến ngõ ra $I_C(V_{CE})$ ứng với I_B = const

Nguồn V_{BB} phân cực thuận mối nối P – N giữa B và E để tạo dòng I_B. Khi điện thế $V_B < V_\gamma$ tức $V_{BE} < V_\gamma$ thì có dòng $I_B = 0$ và $I_C = 0$ mặc dù có tăng nguồn. Khi điện thế $V_{BE} \geq V_\gamma$ thì có dòng $I_B \neq 0$. Thay đổi V_{BB} để I_B có trị số nào đó, dùng máy đo, giả sử đo được $I_B = 15\ \mu A$. Lúc này giữ cố định I_B bằng cách không đổi V_{BB}, tiếp theo thay đổi $V_{CC} \rightarrow V_{CE}$ thay đổi, đo dòng I_C tương ứng với V_{CE} thay đổi.

Ban đầu I_C tăng nhanh theo V_{CE}, nhưng đến giá trị cỡ $I_C = \beta I_B$ thì I_C gần như không tăng mặc dù hiệu điện thế V_{CE} tăng nhiều.



Hình 3-37 . Họ đặc tuyến ngõ ra của BJT

Muốn I_C tăng cao hơn thì phải tăng V_{BB} để có I_B tăng cao hơn, tiếp tục thay đổi V_{CC} để đo I_C tương ứng, ta cũng thấy lúc đầu I_C tăng nhanh theo V_{CE}, nhưng đến giá trị bão hòa $I_C = \beta I_B$, I_C gần như không tăng mặc dù V_{CE} vẫn tăng.

Khảo sát tương tự $I_C(V_{CE})$ ở những giá trị I_B khác nhau ta có họ đặc tuyến ngõ ra như (hình 3-27)

Trên đây ta đã xét đặc tuyến của BJT mắc kiểu CE.Ta cũng có thể xét đặc tuyến của BJT mắc kiểu khác:

❖ BJT mắc kiểu CB:

- Đặc tuyến ngõ vào $I_E(V_{EB})$ ứng với V_{CB} = const.

- Đặc tuyến truyền dẫn $I_C(V_{EB})$ ứng với V_{CB} = const.

- Đặc tuyến ngõ ra $I_C(V_{CB})$ ứng với I_E = const.

❖ BJT mắc kiểu CC:

- Đặc tuyến ngõ vào $I_B(V_{BC})$ ứng với V_{EC} = const.

- Đặc tuyến truyền dẫn $I_E(V_{BC})$ ứng với V_{EC} = const.

- Đặc tuyến ngõ ra $I_E(V_{EC})$ ứng với I_B = const.

4.2.4 Phân cực BJT

BJT có rất nhiều ứng dụng trong các thiết bị điện tử, tùy theo từng ứng dụng cụ thể mà BJT cần cung cấp điện thế và dòng điện cho từng chân một cách thích hợp. Phân cực (định thiên) là áp đặt hiệu điện thế cho các cực BJT. Phân cực BJT là chọn nguồn điện DC và điện trở sao cho I_B, I_C, V_{CE} có trị số thích hợp theo yêu cầu.

Điều kiện để BJT dẫn điện:

- Mối nối P – N giữa B và E (tiếp giáp J_E) được phân cực thuận.

- Mối nối P – N giữa B và C (tiếp giáp J_C) được phân cực nghịch.

- VBE đạt thế ngưỡng tùy loại BJT.

- BJT loại NPN:

V_{BE} = 0,6 V (0,7 V) (Si) ,V_{BE} = 0,2 V (0,3 V) (Ge)

$V_{CE} \in (⅓V_{CC} \div ⅔V_{CC})$.

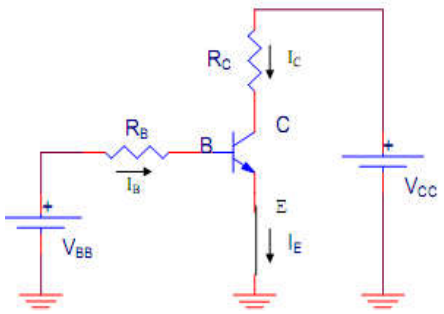
- BJT loại PNP:

V_{EB} = 0,6 V (0,7 V) (Si) ,V_{EB} = 0,2 V (0,3 V) (Ge)

$V_{EC} \in (⅓V_{CC} \div ⅔V_{CC})$

4.2.4.1. Dùng hai nguồn riêng

Nguồn V_{BB} phân cực thuận mối nối BE. Nguồn V_{CC} kết hợp với V_{BB} phân cực nghịch mối nối BC. Mạch trên đã được thiết kế sẵn, bây giờ ta tính toán I_B, I_C, V_{CE} để xác định điểm làm việc ở trạng thái tĩnh của BJT theo thiết kế.(hình 3-38)



Hình 3-38. Mạch phân cực BJT dạng dùng hai nguồn có cực E nối mass.

Xét vòng mạch Bazơ-emiter ta có: $V_{BB} = I_B.R_B + U_{BE} \Rightarrow I_B = \frac{V_{BB} - U_{BE}}{R_B}$ (3.1)

$$I_C = \beta I_B \quad (3.2)$$

Xét vòng mạch Collecter : $V_{CC} = I_C.R_C + V_{CE}$

$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C.R_C$. Phương trình đường tải tĩnh . (3.3)

Nhận xét : R_C, V_{CC} = const nên V_{CE} tăng thì I_C giảm và ngược lại .

Để vẽ đồ thị đường tải tĩnh ta xác định 2 điểm :

Điểm thứ nhất: $I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC}$

Điểm thứ hai: $V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C}$

Khi BJT làm nhiệm vụ khuếch đại tín hiệu biên độ nhỏ thì phân cực sao cho điểm Q nằm khoảng giữa đường tải tĩnh là thích hợp.

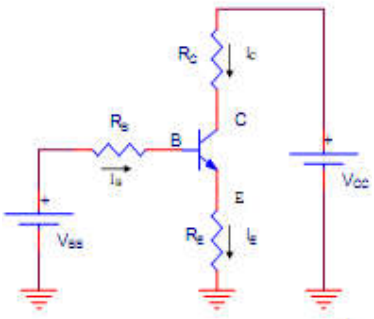
Xác định điện thế tại các cực của BJT:

$V_E = 0V$

$V_B = V_E + V_{BE} = 0,6\ V$ (3.4)

$V_C = V_{CC} - I_C R_C$

Trường hợp có thêm điện trở R_E: .(hình 3-39)



Hình 3-39. Mạch phân cực BJT dạng dùng hai nguồn có R_E.

Xét vòng mạch Bazơ- emiter ta có : $V_{BB} = I_B.R_B + U_{BE} + I_E.R_E$

$$= I_B.R_B + U_{BE} + (I_B + I_C).R_E = I_B.R_B + U_{BE} + I_B(1+\beta).R_E$$

$$= I_B.R_B + U_{BE} + I_B.\beta.R_E \qquad (3.5)$$

Do $\beta >>$ nên $1+\beta \approx \beta$.=> $I_B = \frac{V_{BB} - U_{BE}}{R_B} => I_C = \beta.I_B$

Xét vòng mạch Collecter : $V_{CC} = I_C.R_C + V_{CE} + I_E.R_E$

$$= I_B.R_B + U_{BE} + I_C.R_E$$

$$=> V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

Tọa độ điểm phân cực Q : $Q\begin{cases} I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta.R_E} \\ I_C = \beta.I_B \\ V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \end{cases}$ (3.6)

Phương trình đường tải tĩnh : $V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_B + R_E)$ (3.7)

Nhận xét : R_C, R_E, V_{CC} = const nên V_{CE} tăng thì I_C giảm và ngược lại .

Vẽ đồ thị đường tải tĩnh :

$I_C = 0 => V_{CE} = V_{CC}$

$V_{CE} = 0 => I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$

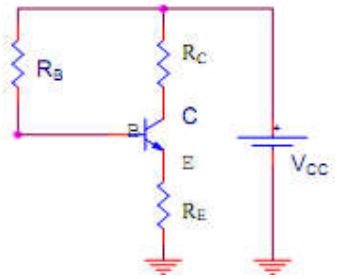
Đường tải tĩnh là đường thẳng đi qua hai điểm: A(Vcc,0) , B($\frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$,0).

Điện thế tại các cực của BJT:

$$\begin{cases} V_E = I_E.R_E \\ V_B = V_E + V_{BE} \\ V_C = V_{CC} - I_C.R_C \end{cases} \qquad (3.18)$$

4.2.4.2. Dùng một nguồn duy nhất

a. Dùng điện trở giảm áp R_B.(hình 3-40)



Hình 3-40 . Mạch phân cực BJT dạng dùng điện trở giảm áp R_B.

Ta có : $V_{CC} = I_B.R_B + U_{BE} + I_E.R_E = I_B.R_B + U_{BE} + (I_B + I_C).R_E$

$$\approx I_B.R_B + U_{BE} + \mathrm{I_B}.\beta.\mathrm{R}_E \Rightarrow I_B = \frac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta.R_E}$$

$$\Rightarrow I_C = \beta.I_B$$

$$V_{CC} = V_{CE} + I_C(R_C + R_E) \Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$$

❖ Tọa độ điểm phân cực: $Q\begin{cases} I_B = \dfrac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta.R_E} \\ I_C = \beta.I_B \\ V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \end{cases}$ (3.19)

❖ Phương trình đường tải tĩnh: $V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$. (3.20)

Nhận xét : R_C, V_{CC} = const nên V_{CE} tăng thì I_C giảm và ngược lại .

❖ Vẽ đồ thị đường tải tĩnh :

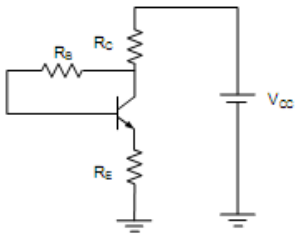
$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC}$

$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \dfrac{V_{CC}}{R_C + R_E}$

❖ Điện thế tại các cực của BJT:

$$\begin{cases} V_E = I_E.R_E \\ V_B = V_E + V_{BE} \\ V_C = V_{CC} - I_C.R_C \end{cases} \quad (3.21)$$

b. Dùng điện trở hồi tiếp áp R_B.(hình 3-41)



Hình 3-41. Mạch phân cực BJT dạng dùng điện trở hồi tiếp áp R_B.

Xét vòng mạch Bazơ- emiter ta có : $V_{cc} = I_c^{'}.R_c + I_B.R_B + U_{BE} + I_E.R_E$

Mặt khác : $I_C^{'} = I_C + I_B$ tuy nhiên $I_C^{'}, I_C >> I_B$ nên $I_C^{'} \approx I_C$

Thay $I_C^{'} \approx I_C \approx \beta I_B$ và $I_E \approx I_C$. Vào phương trình trên ta có :

$$= I_c.R_c + U_{BE} + I_C.R_E + I_B.R_B = I_B.\beta.R_c + U_{BE} + I_B.R_B + \beta.I_B.R_E$$

$$=> I_B = \frac{V_{BB} - U_{BE}}{R_B + \beta(R_C + R_E)} \Rightarrow I_C = \beta.I_B$$

Xét vòng mạch Collecter : $V_{CC} = I_C.R_C + V_{CE} + I_E.R_E$

$$= I_C.R_C + V_{CE} + I_C.R_E$$

$$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C(\mathrm{R}_C + R_E)$$

❖ Tọa độ điểm phân cực Q : $Q\begin{cases} I_B = \dfrac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + \beta.(R_E + R_C)} \\ I_C = \beta.I_B \\ V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \end{cases}$ (3.22)

❖ Phương trình đường tải tĩnh: $V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$ (3.23)

Nhận xét : R_C,R_E,V_{CC} = const nên V_{CE} tăng thì I_C giảm và ngược lại .

Vẽ đồ thị đường tải tĩnh :

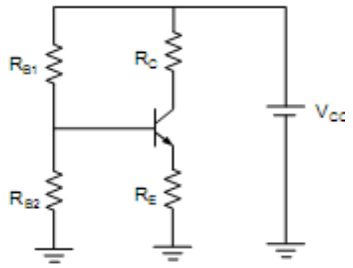
$$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC}$$

$$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$$

Đường tải tĩnh là đường thẳng đi qua hai điểm: A(Vcc,0) , B($\frac{V_{CC}}{R_C + R_E}$,0).

❖ Điện thế tại các cực của BJT: $\begin{cases} V_E = I_E.R_E \\ V_B = V_E + V_{BE} \\ V_C = V_{CC} - I_C.R_C \end{cases}$ (3.24)

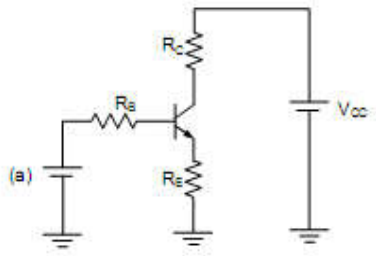
c. Dùng cầu phân thế.(hình 3-42)



Hình 3-42. Mạch phân cực dùng cầu phân thế

Áp dụng định lí Thevenin cho cầu chia áp : $\begin{cases} V_{BB} = \dfrac{V_{CC}.R_{B2}}{R_{B2} + R_{B1}} \\ R_B = \dfrac{R_{B1}.R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} \end{cases}$ (3.25)

sơ đồ tương đương :



Hình 3.43. Mạch tương đương

Xét vòng mạch Bazơ- emiter ta có : $V_{BB} = I_B.R_B + U_{BE} + I_E.R_E$

$= I_B.R_B + U_{BE} + (I_C + I_B).R_E \approx I_B.R_B + U_{BE} + I_B(1+\beta).R_E$

$\Rightarrow I_B = \dfrac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_E} \quad \Rightarrow I_C = \beta.I_B$

Xét vòng mạch Collecter : $V_{CC} = I_C.R_C + V_{CE} + I_E.R_E$

$\approx I_C.R_C + V_{CE} + I_C.R_E$

$\Rightarrow V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$.

❖ Tọa độ điểm phân cực: $Q\begin{cases} I_B = \dfrac{V_{BB} - V_{BE}}{R_B + (1+\beta)R_E} \\ I_C = \beta.I_B \\ V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E) \end{cases}$ (3.26)

❖ Phương trình đường tải tĩnh: $V_{CE} = V_{CC} - I_C(R_C + R_E)$ (3.27)

Nhận xét : R_C,R_E,V_{CC} = const nên V_{CE} tăng thì I_C giảm và ngược lại .

Vẽ đồ thị đường tải tĩnh :

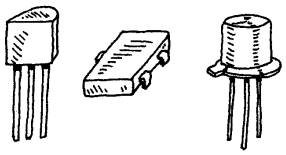
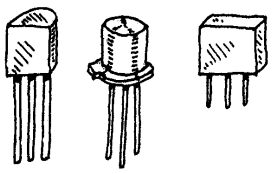
$I_C = 0 \Rightarrow V_{CE} = V_{CC}$

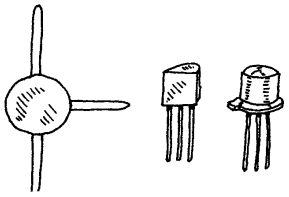
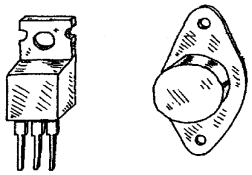
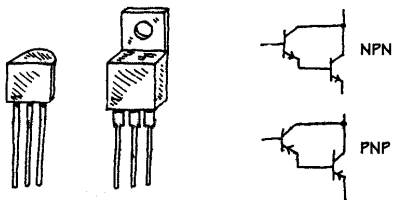
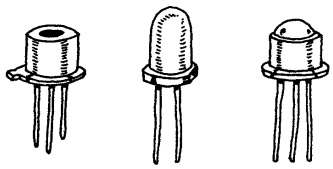
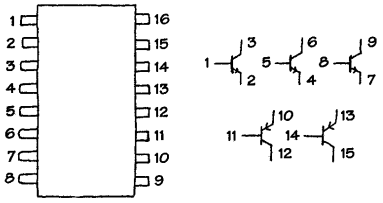
$V_{CE} = 0 \Rightarrow I_C = \dfrac{V_{CC}}{R_C + R_E}$

Đường tải tĩnh là đường thẳng đi qua hai điểm: A(Vcc,0) , B($\dfrac{V_{CC}}{R_C + R_E}$,0).

❖ Điện thế tại các cực của BJT: $\begin{cases} V_E = I_E.R_E \\ V_B = V_E + V_{BE} \\ V_C = V_{CC} - I_C.R_C \end{cases}$ (3.28)

4.2.5. Các loại tranzito

Tín hiệu nhỏ 	Loại tranzito này thường được dùng để khuếch đại tín hiệu nhỏ nhưng cũng có thể sử dụng làm chuyển mạch. Trị số độ lợi hFE từ 10 đến 500 với dòng IC danh định cực đại vào khoảng từ 80 đến 600 mA. Tranzito này có cả hai loại npn và pnp. Tần số hoạt động cực đại là vào khoảng từ 1 đến 300 MHz.
Chuyển mạch nhỏ 	Các tranzito này chủ yếu dùng làm chuyển mạch nhưng cũng có thể dùng làm khuếch đại. Trị số độ lợi hFE từ 10 đến 200 với dòng IC danh định cực đại vào khoảng từ 10 đến 100 mA. Tranzito này có cả hai loại npn và pnp, tần số hoạt động cực đại là vào khoảng từ 1 đến 300 MHz. Tốc độ chuyển mạch cực đại vào khoảng từ 10 đến 2000 MHz.

Tần số cao (RF) 	Các tranzito này được dùng cho tín hiệu nhỏ và cũng dùng cho các ứng dụng chuyển mạch với tần số cao và tốc độ chuyển mạch lớn. Vùng cực badơ rất mỏng và kích thước của tranzito rất nhỏ. Các tranzito này có thể dùng trong các bộ khuếch đại HF, VHF, UHF, CATV và MATV và trong các máy tạo sóng. Các tranzito này có cả hai loại pnp và npn và có tần số danh định cực đại vào khoảng 2000MHz và IC cực đại từ 10 đến 600 mA.
Công suất 	Các tranzito này được dùng trong các bộ khuếch đại công suất lớn và các bộ cung cấp công suất. Colectơ được kết nối với phiến kim loại để toả nhiệt. Công suất danh định vào khoảng từ 10 đến 300 W với tần số danh định vào khoảng từ 1 đến 100 MHz. Trị số dòng IC cực đại từ 1 đến 100 A. Các tranzito này có cả hai loại pnp và npn và loại Darlington (npn và pnp).
Cặp Darlington 	Đây là hai tranzito trong một vỏ. Các tranzito này có độ ổn định cao, tải mức dòng lớn. Độ lợi hFE của tranzito này lớn hơn độ lợi của một tranzito. Tranzito này có cả hai loại D-npn và D-pnp.
Tranzito quang 	Tranzito này hoạt động như một tranzito lưỡng cực nhạy sáng (cực badơ được lộ sáng). Khi có ánh sáng tiếp xúc với vùng cực badơ làm xuất hiện dòng badơ. Phụ thuộc vào loại tranzito quang, ánh sáng có thể tác động như là tác nhân định thiên (tranzito hai chân).
Dãy tranzito 	Loại bao gói này có nhiều tranzito kết hợp trong một vỏ bọc tích hợp. Ví dụ, một dãy tranzito ở đây được chế tạo gồm 3 tranzito npn và 2 tranzito pnp.

5. SCR – Triac- Diac

5.1. Thyristor (Silicon Controlled Rectifier = SCR)

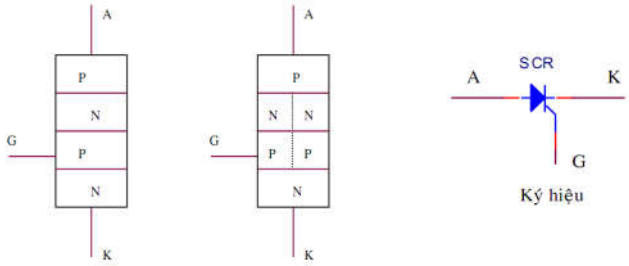
a. Cấu tạo – kí hiệu

SCR (Silicon Controlled Rectifier) có cấu tạo gồm bốn lớp bán dẫn P, N ghép xen kẽ tạo ba mối nối P – N hay gọi là ba lớp tiếp xúc J1, J2, J3 và được nối ra ba chân.(hình 3-44)

A: Anode: cực dương

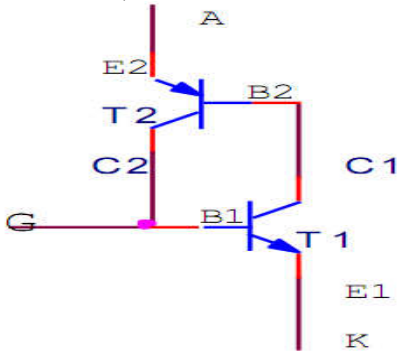
K: Cathode: cực âm

G: Gate: cực khiển (cực cổng)



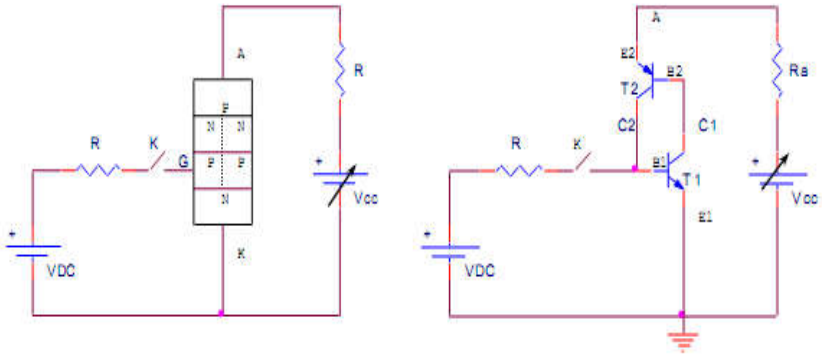
Hình 3-44. Cấu tạo (a), kí hiệu (b) của SCR

SCR có thể xem như tương đương hai BJT gồm một BJT loại NPN và một BJT loại PNP ghép lại như .(hình 3-45)



Hình 3-45. Mạch tương đương với cấu tạo của SCR.

b. Nguyên lý hoạt động .(hình 3-46)



Hình 3-46. Nguyên lý hoạt động

Trường hợp cực G để hở hay V_G = OV

Khi cực G và V_G = OV có nghĩa là transistor T_1 không có phân cực ở cực B nên T_1 ngưng dẫn. Khi T_1 ngưng dẫn $IB_1 = 0$, $I_{C1} = 0$ và T_2 cũng ngưng dẫn.

Như vậy trường hợp này SCR không dẫn điện được, dòng điện qua SCR là I_A = 0 và $V_{AK} \approx V_{CC}$.

Tuy nhiên, khi tăng điện áp nguồn V_{CC} lên mức đủ lớn là điện áp V_{AK} tăng theo đến điện thế ngập V_{BO} (Beak over) thì điện áp V_{AK} giảm xuống như diode và dòng điện I_A tăng nhanh. Lúc này SCR chuyển sang trạng thái dẫn điện, dòng điện ứng với lúc điện áp V_{AK} giảm nhanh gọi là dòng điện duy trì I_H (Holding). Sau đó đặc tính của SCR giống như một diode nắn điện.

Trường hợp đóng khóa K: $V_G = V_{DC} - I_G R_G$, lúc này SCR dễ chuyển sang trạng thai dẫn điện. Lúc này transistor T_1 được phân cực ở cực B_1 nên dòng điện I_G chính là I_{B1} làm T_1 dẫn điện, cho ra I_{C1} chính là dòng điện I_{B2} nên lúc đó I_2 dẫn điện, cho ra dòng điện I_{C2} lại cung cấp ngược lại cho T_1 và $I_{C2} = I_{B1}$.

Nhờ đó mà SCR sẽ tự duy trì trạng thái dẫn mà không cần có dòng I_G liên tục.

$$I_{C1} = I_{B2} \quad ; I_{C2} = I_{B1}$$

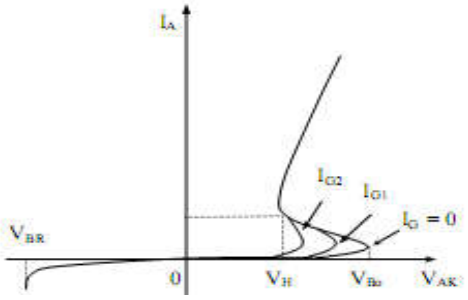
Theo nguyên lý này dòng điện qua hai transistor sẽ được khuếch đại lớn dần và hai transistor chạy ở trạng thái bão hòa. Khi đó điện áp V_{AK} giảm rất nhỏ ($\approx$0,7V) và dòng điện qua SCR là:

Thực nghiệm cho thấy khi dòng điện cung cấp cho cực G càng lớn thì áp ngập càng nhỏ tức SCR càng dễ dẫn điện.

+ Trường hợp phân cực ngược SCR.

Phân cực ngược SCR là nối A vào cực âm, K vào cực dương của nguồn V_{CC}. Trường hợp này giống như diode bị phân cự ngược. SCR sẽ không dẫn điện mà chỉ có dòng rỉ rất nhỏ đi qua. Khi tăng điện áp ngược lên đủ lớn thì SCR sẽ bị đánh thủng và dòng điện qua theo chiều ngược. Điện áp ngược đủ để đánh thủng SCR là V_{BR}. Thông thường trị số V_{BR} và V_{BO} bằng nhau và ngược dấu.

c. Đặc tuyến



Hình 3.63 .Đặc tuyến của SCR

$$I_G = 0 \quad ; I_{G2} > I_{G1} > I_G$$

d. Các thông số của SCR

❖ *Dòng điện thuận cực đại:*

Đây là trị số lớn nhất dòng điện qua SCR mà SCR có thể chịu đựng liên tục, quá trị số này SCR bị hư.:

❖ *Điện áp ngược cực đại*

Đây là điện áp ngược lớn nhất có thể đặt giữa A và K mà SCR chưa bị đánh thủng, nếu vượt qua trị số này SCR sẽ bị đánh thủng. Điện áp ngược cực đại của SCR thường khoảng 100 V đến 1000 V.

❖ *Dòng điện kích cực tiểu: I_{Gmin}*

Để SCR có thể dẫn điện trong trường hợp điện áp V_{AK} thấp thì phải có dòng điện kích vào cực G của SCR. Dòng I_{Gmin} là trị số dòng kích nhỏ nhất đủ để điều khiển SCR dẫn điện và dòng I_{Gmin} có trị số lớn hay nhỏ tùy thuộc công suất của SCR, nếu SCR có công suất càng lớn thì I_{Gmin} phải càng lớn. Thông thường I_{Gmin} từ 1mA đến vài chục mA.

❖ *Thời gian mở SCR*

Là thời gian cần thiết hay độ rộng của xung kích để SCR có thể chuyển từ trạng thái tắt sang trạng thái dẫn, thời gian mở khoảng vài micrô giây.

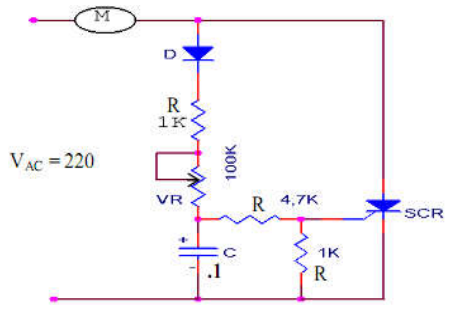
❖ *Thời gian tắt*

Là thời gian cần thiết phải đủ dài để SCR có thể chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái tắt, nếu không thì SCR sẽ dẫn điện trở lại. Thời gian tắt của SCR khoảng vài chục micrô giây.

e. Ứng dụng của SCR

SCR có rất nhiều chủng loại (có tài liệu đã giới thiệu 42652 loại): SCR thường dùng, SCR có tốc độ cao, SCR hai chiều, …. Loại và các thông số của SCR nhận biết được khi tra cứu. Khi dùng ta có thể tra cứu, thay thế những loại tương đương với nhau. SCR được ứng dụng nhiều trong những mạch điện tử: mạch báo động, mạch bảo vệ quá áp, bảo vệ quá dòng, làm chuyển mạch không tiếp điểm, mạch điều khiển tốc độ quay của động cơ, mạch chỉnh lưu có điều khiển, điều khiển tự động trong công nghiệp,…

Ví dụ 1: Mạch điều khiển tốc độ động cơ (hình 3-64)



Hình 3-46. Mạch điều khiển tốc độ động cơ.

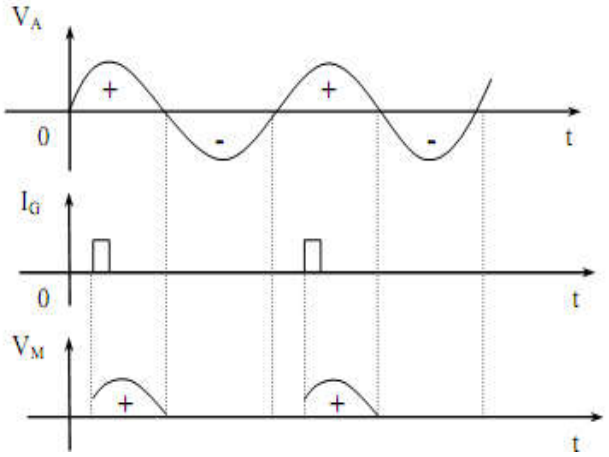
Trong mạch điện động cơ M là động cơ vạn năng, loại động cơ có thể dùng điện AC hay DC. Dòng điện qua động cơ là dòng điện ở bán kì dương và được thay đổi trị số bằng cách thay đổi góc kích của dòng I_G.

Khi SCR chưa dẫn thì chưa có dòng qua động cơ, bán kì dương dòng qua diode D,điện trở R_1 và biến trở VR nạp vào tụ C. Điện áp cấp cho cực G lấy trên tụ C và qua cầu phân áp R_2 - R_3.

Giả sử điện áp đủ để kích cho cực G là V_G = 1 V và dòng điện kích IGmin = 1 mA thì điện áp trên tụ C phải khoảng 10 V. Tụ C nạp điện qua R_1 và qua VR với hằng số thời gian là: T = (R_1 + VR)C

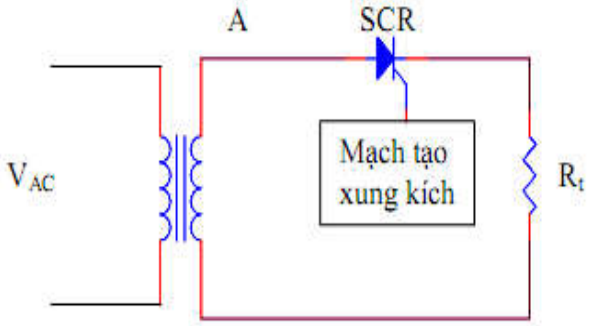
Khi thay đổi trị số VR sẽ làm thay đổi thời gian nạp của tụ tức là thay đổi thời điểm có dòng xung kích IG sẽ làm thay đổi thời điểm dẫn điện của SCR tức là thay đổi dòng điện qua động cơ và làm cho tốc độ của động cơ thay đổi.

Khi dòng AC có bán kì âm thì diode D và SCR đều bị phân cực nghịch nên diode ngưng dẫn và SCR cũng chuyển sang trạng thái ngưng dẫn. (hình 3-65)



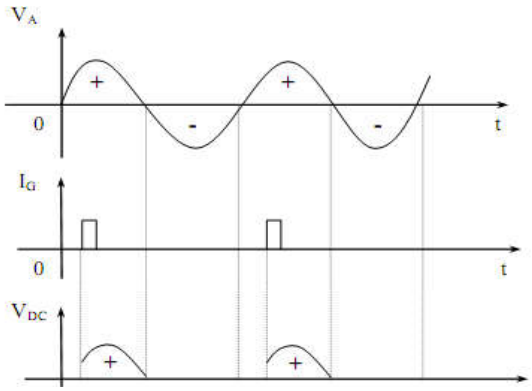
Hình 3-47. Dạng sóng V_M theo V_A và xung kích.

Ví dụ 2: (hình 3-66)



Hình 3-66. Mạch chỉnh lưu bán kì có điều khiển

Xét mạch như hình 6.14. Điện áp vào là điện xoay chiều V_{AC}, qua biến thế giảm áp, tại A cũng là điện xoay chiều V_A có cùng tần số với V_{AC}. Giả sử bán kì đầu tại A là bán kì dương, SCR được phân cực thuận, đang ở trạng thái sẵn sàng chờ đến khi có xung kích vào cực G thì SCR bắt đầu dẫn điện, có dòng I_A cấp cho tải Rt. Bán kì kế tiếp là bán kì âm, SCR phân cực nghịch, SCR ngưng dẫn, không có dòng cấp qua tải. Quá trình được lặp lại ứng với các bán kì sau. (hình 3-67).



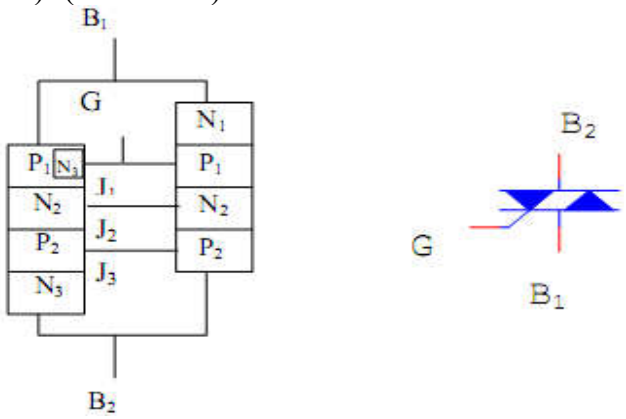
Hình 3.67. Dạng sóng điện áp ở ngõ ra V_{DC}.

5.2. TRIAC

a. Cấu tạo – kí hiệu

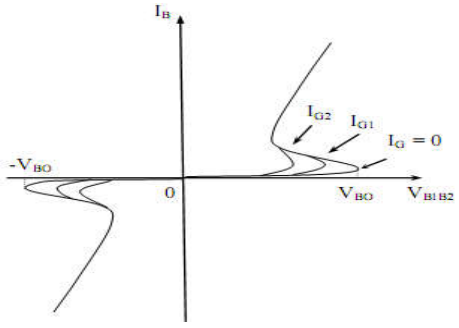
TRIAC (Triode Alternative Current) là một linh kiện bán dẫn có ba cực, bốn lớp, là việc như 2 SCR mắc song song ngược chiều, có thể dẫn điện theo hai chiều.

TRIAC được gọi là công tắc bán dẫn xoay chiều ba cực (Triode AC SemiconductorSwitch). (hình 3-68)



Hình 3-68. Cấu tạo – kí hiệu của TRIAC.

b. Đặc tuyến: Đặc tuyến của TRIAC có dạng như (hình 3-69)



Hình 3-69. Đặc tuyến của TRIAC.

$I_G = 0$; $I_{G2} > I_{G1} > I_G$

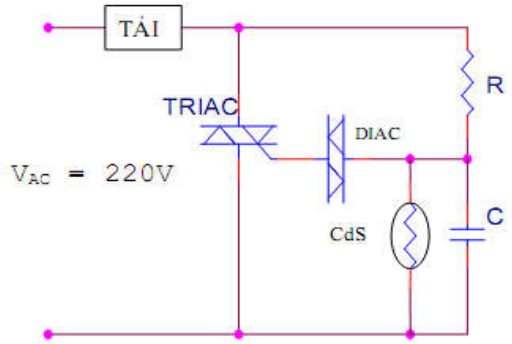
Bốn tổ hợp điện thế có thể mở TRIAC cho dòng chảy qua:

$\begin{cases} B2(+), G(-) \\ B2(+), G(+) \end{cases}$ dòng điện chạy từ B_2 sang B_1

$\begin{cases} B2(-), G(+) \\ B2(-), G(-) \end{cases}$ dòng điện chạy từ B_1 sang B_2

TRIAC có đặc tuyến Volt - Ampe gồm hai phần đối xứng nhau qua gốc 0, mỗi phần tương tự đặc tuyến thuận của SCR.

c. Ứng dụng



Hình 3-50. Mạch điều khiển dòng qua tải.

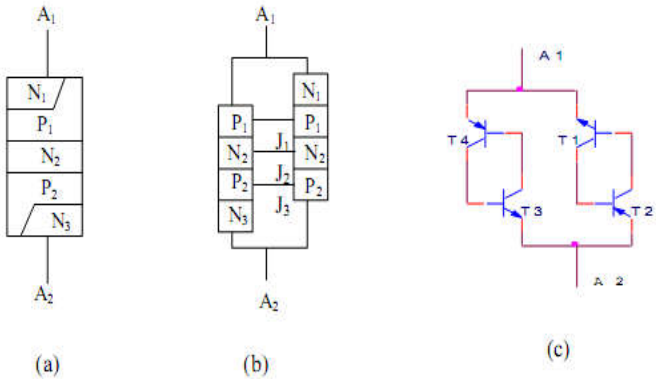
Đây là mạch điều khiển dòng điện qua tải dùng TRIAC, DIAC kết hợp với quang trở Cds để tác động theo ánh sáng. Khi CdS được chiếu sáng sẽ có trị số điện trở nhỏ làm điện thế nạp được trên tụ C thấp và DIAC không dẫn điện, TRIAC không được kích nên không có dòng qua tải. Khi CdS bị che tối sẽ có trị số điện trở lớn làm điện thế trên tụ C tăng đến mức đủ để DIAC dẫn điện và TRIAC được kích dẫn điện cho dòng điện qua tải.

Tải ở đây có thể là các loại đèn chiếu sáng lối đi hay chiếu sáng bảo vệ, khi trời tối thì đèn tự động sáng, khi trời sáng đèn tự động tắt.

Ta có thể dùng TRIAC để điều chỉnh ánh sáng, nhiệt độ lò, chiều quay và tốc độ của động cơ,….

5.3. DIAC

a. Cấu tạo – kí hiệu

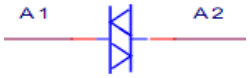


Hình 3-51. Cấu tạo (a), mạch tương đương với cấu tạo (b), (c).

DIAC (Diode Alternative Current) có cấu tạo gồm 4 lớp PNPN, hai cực A1 và A2, cho dòng chảy qua theo hai chiều dưới tác động của điện áp đặt giữa hai cực A1 và A2.

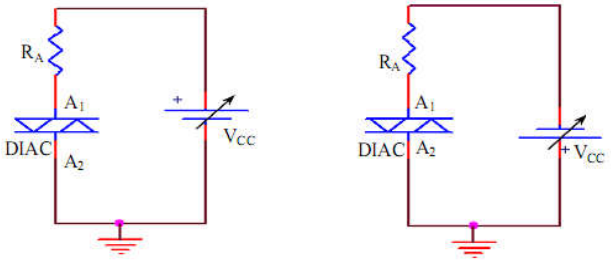
DIAC được gọi là công tắc bán dẫn xoay chiều hai cực (Diode AC Semiconductor Switch).

Cấu tạo của DIAC tương đương bốn BJT mắc như hình 3.59c.



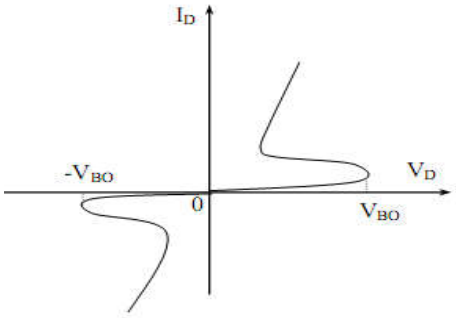
Hình 3-72. Kí hiệu của DIAC.

b. Đặc tuyến



Hình 3-52. Mạch khảo sát đặc tuyến của DIAC.

Khi A1 có điện thế dương thì J1 và J3 phân cực thuận J2 phân cực ngược VCC có giá trị nhỏ thì DIAC ở trạng thái ngưng dẫn (khóa). Nếu tăng VCC đủ lớn để VD = VBO thì DIAC chuyển sang trạng thái mở, dòng qua DIAC tăng nhanh, có đặc tuyến như (hình 3-73)



Hình 6-53. Đặc tuyến của DIAC.

Khi A1 có điện thế âm thì hiện tượng tương tự nhưng xuất hiện dòng điện có chiều ngược lại, đặc tuyến như hình 6.32.

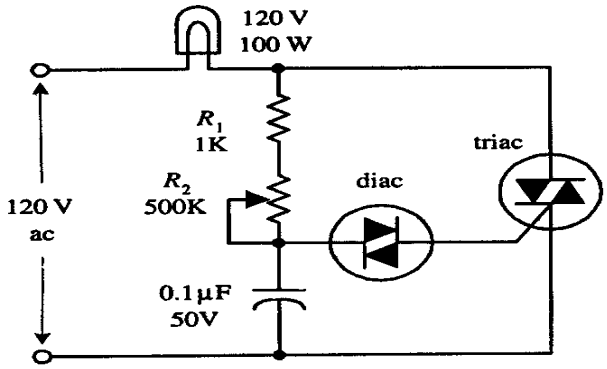
V_{BO} (Break over): điện thế ngập, dòng điện qua DIAC ở điểm V_{BO} là dòng điện ngập IB_O.

Điện áp V_{BO} có trị số trong khoảng từ 20 V đến 40 V. Dòng tương ứng I_{BO} có trị trong khoảng từ vài chục microampe đến vài trăm microampe.

Ta thường dùng DIAC trong mạch tạo xung kích cổng TRIAC.

c. Ứng dụng của TRIAC-DIAC

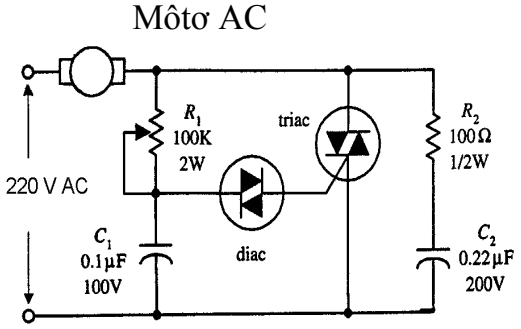
- Mạch đèn mờ AC



Hình 3-54. Mạch đèn mờ AC

Mạch này được sử dụng làm các đèn mờ trong gia đình. DIAC hoạt động để đảm bảo khởi động TRIAC chính xác. (DIAC hoạt động như là chuyển mạch để cho dòng đi qua khi điện áp qua các cực của DIAC đạt được trị điện áp đánh xuyên. Một khi đạt được điện áp đánh xuyên, DIAC giải phóng xung dòng). Tuy nhiên, khi dòng đủ lớn đi qua điện trở và các điện tích tăng lên trên tụ để điện áp tăng vượt điện áp khởi động, DIAC đột ngột giải phóng các điện tích đi vào cực cổng của TRIAC. Lúc này TRIAC dẫn và làm cho đèn sáng. Sau khi tụ phóng điện đến dưới điện áp đánh xuyên của DIAC, DIAC ngưng dẫn, làm cho TRIAC cũng ngưng dẫn và đèn tắt. Chu kỳ lại được lặp lại. Đèn lúc này có vẻ sáng (hoặc sáng mờ ở mức nào đó) vì các chu kỳ dẫn / ngưng dẫn xảy ra rất nhanh. Độ sáng của đèn được R2 điều khiển.

- Điều khiển môtơ AC



Hình 3-55: Mạch điều khiển môtơ AC

Mạch này có cấu trúc gần giống với mạch đèn mờ, chỉ bổ sung thêm phần mạch R2C2. Tốc độ của môtơ được điều chỉnh bằng chiết áp R1.

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu 1.1. Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách đánh dấu x vào ô vuông thích hợp:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
3.1	Thế nào là chất bán dẫn? a. Là chất có khả năng dẫn điện. b. Là chất có khả năng dẫn điện yếu c. Là chất không có khả năng dẫn điện d. Là chất nằm giữa chất dẫn và cách điện.	☐	☐	☐	☐
3.2	Các yếu tố nào ảnh hưởng đến khả năng dẫn điện của chất bán dẫn? a. Nhiệt độ môi trường. b. Độ tinh khiết của chất bán dẫn c. Các nguồn năng lượng khác. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.3	Dòng điện trong bán dẫn P là gì? a. Là dòng các điện tử tự do. b. Là dòng các lỗ trống. c. Là dòng các ion âm. d. Là tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.4	Dòng điện trong chất bán dẫn N là gì? a. Dòng các điện tử tự do. b. Dòng các lỗ trống. c. Dòng các ion âm. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.5	Linh kiện bán dẫn có ưu điểm gì? a. Nhỏ gọn. b. Giảm công suất tiêu hao c. Giảm nhiễu nguồn d. Các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.6	Linh kiện bán dẫn có nhược điểm gì? a. Điện áp ngược nhỏ. b. Có dòng rỉ ngược.	☐	☐	☐	☐

	c. Các thông số kỹ thuật thay đổi theo nhiệt độ. d. Các yếu tố trên.				
3.7	Điốt tiếp mặt có đặc điểm gì? a. Dòng điện chịu tải lớn. b. Điện áp đánh thủng lớn. c. Điện dung tiếp giáp lớn. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.8	Các kí hiệu sau ký hiệu nào của điốt tiếp mặt? a.  b.  c.  d 	☐	☐	☐	☐
3.9	Điốt tiếp mặt dùng để làm gì? a. Tách sóng. b. Nắn điện. c. Ghim áp. d. Phát sáng	☐	☐	☐	☐
3.10	Dòng điện chạy qua điốt có chiều như thế nào? a. Chiều tuỳ thích. b. Chiều từ Anode đến Catode. c. Chiều từ Catode đến Anode. d. Tất cả đều sai.	☐	☐	☐	☐
3.11	Mạch nắn điện dùng điốt có mấy loại dạng mạch? a. Nắn điện một bán kỳ. b. Nắn điện hai bán kỳ. c. Nắn điện tăng áp. d. Tất cả các loại trên.	☐	☐	☐	☐
3.12	Điốt tách sóng có đặc điểm gì? a. Dòng điện chịu tải rất nhỏ. b. Công suất chịu tải nhỏ. c. Điện dung kí sinh nhỏ. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐

3.13	Điốt tách sóng có công dụng gì? a. Nắn điện. b. Ghim áp. c. Tách sóng tín hiệu nhỏ. d. Phát sáng.	☐	☐	☐	☐
3.14	Điốt Zener có đặc điểm cấu tạo gì? a. Giống điốt tiếp mặt. b. Giống điốt tách sóng. c. Có tỷ lệ tạp chất cao. d. Có diện tích tiếp xúc lớn.	☐	☐	☐	☐
3.15	Điốt zener có tính chất gì khi được phân cực thuận? a. Dẫn điện như điốt thông thường. b. Không dẫn điện. c. Có thể dẫn hoặc không dẫn. d. Tất cả đều sai.	☐	☐	☐	☐
3.16	Điốt zêne có tính chất gì khi bị phân cực ngược? a. Không dẫn điện. b. Không cho điện áp tăng hơn điện áp zêne c. Dẫn điện. d. Có thể dẫn hoặc không dẫn.	☐	☐	☐	☐
3.17	Điốt quang có tính chất gì? a. Điện trởngược vô cùng lớn khi bị che tối. b. Điện trở ngược giảm khi bị chiếu sáng. c. Điện trở ngược luôn lớn ở mọi trường hợp. d. Cả a và b.	☐	☐	☐	☐
3.18	Điôt phát quang có tính chất gì? a. Giống như điốt nắn điện b. Phát sáng khi được phân cực thuận. c. Phát sáng khi được phân cực ngược. d. Giống như điốt quang.	☐	☐	☐	☐
3.19	Điốt biến dung có tính chất gì? a. Điện dung giảm khi được phân cực thuận. b. Điện dung tăng khi được phân cực ngược.	☐	☐	☐	☐

	c. Điện dung tăng khi được phân cực thuận. d. Gồm a và b.				
3.20	Tranzito có gì khác với điốt? a. Có hai tiếp giáp PN. b. Có ba chân (cực) c. Có tính khuếch đại. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.21	Fet có dặc điểm gì khác tranzito? a. Tổng trở vào rất lớn. b. Đạ lượng điều khiển là điện áp. c. Hoạt động không dựa trên mối nối PN d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.22	Điắc khác điốt ở điểm nào? a. Nguyên tắc cấu tạo. b. Nguyên lý làm việc. c. Phạm vi ứng dụng. d.Tất cả các yếu tố trên	☐	☐	☐	☐
3.23	SCR khác tranzito ở điểm nào? a. Nguyên tắc cấu tạo. b. Nguyên lý làm việc. c. Phạm vi ứng dụng. d.Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.24	SCR có tính chất cơ bản gì? a. Bình thường không dẫn b. Khi dẫn thì dẫn bão hoà. c. Dẫn luôn khi ngắt nguồn kích thích. d. Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.25	Muốn ngắt SCR người ta thực hiện bằng cách nào? a. Đặt điện áp ngược. b. Ngắt dòng đi qua SCR. c. Nối tắt AK của SCR d. Một trong các cách trên.	☐	☐	☐	☐

3.26	Trong kỹ thuật SCR thường được dùng để làm gì? a. Làm công tắc đóng ngắt. b. Điều khiển dòng điện một chiều. c. Nắn điện có điều khiển. d.Tất cả các yếu tố trên.	☐	☐	☐	☐
3.27	Về cấu tạo SCR có mấy lớp tiếp giáp PN? a. Một lớp tiếp giáp. b. Hai lớp tiếp giáp. c. Ba lớp tiếp giáp. d. Bốn lớp tiếp giáp.	☐	☐	☐	☐
3.28	Về cấu tạo Triắc có mấy lớp tiếp giáp PN? a. Một lớp tiếp giáp. b. Hai lớp tiếp giáp. c. Ba lớp tiếp giáp. d. Bốn lớp tiếp giáp.	☐	☐	☐	☐
3.29	Nguyên lý hoạt động của Triắc có đặc điểm gì? a. Giống hai điốt mắc ngược đầu. b. Giống hai tranzito mắc ngược đầu. c. Giống hai SCR mắc ngược đầu. d. Tất cả đều sai.	☐	☐	☐	☐
3.30	Trong kỹ thuật Triắc có công dụng gì? a. Khoá đóng mở hai chiều. b. Điều khiển dòng điện xoay chiều. c. Tất cả đều đúng . d. Tất cả để sai.	☐	☐	☐	☐

Câu 1. 2. Hãy điền vào chỗ trống các cụm từ thích hợp với nội dung nêu dưới đây:

3.31. Chất bán dẫn là chất *có đặc tính dẫn điện trung gian*. giữa chất dẫn điện và chất cách điện.

3.32. Chất bán dẫn có điện trở *tăng* khi nhiệt độ tăng, được gọi là nhiệt trở *dương* và ngược lại. Chất bán dẫn có điện trở *giảm* khi nhiệt độ giảm được gọi là *âm*

3.33. Có chất bán dẫn khi cường độ ánh sáng tăng lên thì điện trở của chất bán dẫn cũng tăng theo, đọc gọi là quang trở *dương*

3.34. Chất tạp trong chất bán dẫn có tác dụng tạo *điện tử* hoặc lỗ *trống* cho chất bán dẫn.

3.35. Trong kết cấu mạng tinh thể dùng gecmani (hoặc silicon...) có hoá trị 4, chất tạp là asen (As), phôtpho (P) hoặc ăngtimoan (Sb) sẽ tạo nên chất bán dẫn loại *N* còn nếu trong kết cấu mạng tinh thể dùng chất tạp là inđi (In), bo (B) hoặc gali (Ga) sẽ tạo nên chất bán dẫn loại *P*

3.36. Hai chất bán dẫn P và N tiếp xúc với nhau tạo nên tiếp giáp P-N, nếu được phân cực thuận (điện áp dương được đặt vào phía chất bán dẫn P), lúc đó dòng điện từ dương nguồn qua *khối bán dẫn P vượt qua vùng tiếp giáp để đến khối bán dẫn N* chảy qua tiếp giáp P-N.

3.37. Mạch nắn điện toàn kỳ dùng 2 điôt có nhược điểm là phải dùng biến áp *có ba mối* để tạo nên hai cuộn dây có số vòng và độ dài bằng nhau để có được điện áp ngõ ra có trị số bằng nhau.

3.38. Mạch nắn điện toàn kỳ dùng 2 điôt có ưu điểm là dùng *ít* linh kiện hơn chỉnh lưu toàn kỳ.

3.39. Mạch nắn điện hình cầu có ưu điểm là sử dụng biến áp *không đối xứng*

3.40. Mạch nắn điện hình cầu có nhược điểm là phải lựa chọn *các Diot nắn điện* như nhau để nắn điện toàn kỳ.

Câu 1.3. Hãy tô đen vào ô trống tương ứng với nội dung của các phần câu nêu trong bảng dưới đây mà học viên cho là đúng hoặc sai:

TT	Nội dung	Đúng	Sai
3.41	Điốt tách sóng thường dùng loại điôt tiếp mặt	□	☐
3.42	Điốt nắn điện thường dùng loại điôt tiếp mặt	☐	□
3.43	Điôt zêne có điện áp zêne (điện áp ngược) thấp	☐	□
3.44	ánh sáng từ bên ngoài tác động vào điôt quang làm thay đổi điện trở của điôt	☐	□
3.45	Điôt phát quang sẽ phát ra ánh sáng khi không có dòng điện đi qua	□	☐
3.46	Điôt quang và điôt phát quang đều có khả năng cho dòng điện đi theo một chiều	☐	□
3.47	Mỗi thanh của LED 7 thanh có một hoặc hai điôt để hiển thị ký tự	☐	□
3.48	Khi sử dụng LED 7 thanh cần biết LED đó thuộc loại LED anôt chung hoặc LED cathôt chung.	☐	□
3.49	Điôt quang có điện dung thay đổi khi điện áp phân cực thay đổi	□	☐
3.50	Điện áp đặt vào để LED phát quang thường là 1,4 -2,8V	☐	□

3.51	Tranzito lưỡng cực có hai lớp tiếp giáp PN	☐	□
3.52	Dòng điện chính chạy qua Tranzito đi từ cực c đến cực E gọi là dòng Ic	☐	□
3.53	Tranzito lượng cực dẫn điện khi Diode BE dẫn điện và Vc> Ve	□	☐
3.54	Tranzito lưỡng cực muốn làm việc nhất thiết phải có dòng phân cực B	☐	□
3.55	Tranzito hiệu ứng trường muốn làm việc chỉ cần điện áp phân cực	☐	□
3.56	Tranzito có tổng trở ngõ vào và ra nhỏ hơn FEET	☐	□
3.57	Tranzito và FEET đều được dùng để khuêch đại hoặc chuyển mạch	☐	□
3.58	Tranzito và FEET đều bị đánh thủng khi bị quá dòng hay quá áp	☐	□
3.59	JFEET kênh p dẫn điện mạnh khi điện áp phân cực dương	☐	□
3.60	JFEET kênh n dẫn điện mạnh khi điện áp phân cực dương	□	☐

Câu 2.

1. Hãy phân biệt chất cách điện, chất bán dẫn, chất dẫn điện. Cho ví dụ.

2. Bán dẫn thuần là gì? Nêu sự dẫn điện của bán dẫn thuần.

3. Bán dẫn tạp chất là gì? Có mấy loại? Kể tên và nêu đặc trưng của nó.

4. Diode bán dẫn là gì? Nêu nguyên lí hoạt động của nó. Cho biết điều kiện để nó dẫn điện, điều kiện để nó ngưng dẫn. Hãy vẽ và giải thích đặc tuyến volt – ampe của diode.

5. Hãy kể tên và vẽ kí hiệu của một số loại diode bán dẫn và cho biết vài ứng dụng của nó.

6. Diode zener còn được gọi là diode gì? Tại sao?

7. Diode quang là gì? Nêu nguyên lí hoạt động của diode quang.

8. Cho biết vài mạch ứng dụng của diode quang.

9. LED là gì? Nêu nguyên lí hoạt động của LED.

10. Hãy kể tên những linh kiện quang điện tử đã học và chia nó ra hai nhóm linh kiện biến đổi tín hiệu quang → điện, điện → quang.

11. BJT là gì? Có mấy loại? Kể tên và vẽ kí hiệu tương ứng của BJT.

12. Điều kiện để BJT dẫn điện là gì? Nêu nguyên lí hoạt động của BJT.

13. BJT có mấy cách mắc cơ bản? Nêu cách nhận dạng kiểu mắc của BJT.

14. Thiết lập hệ thức liên hệ giữa các dòng điện của BJT.

15. Phân cực BJT là gì? Có những dạng phân cực nào? Kể tên và vẽ dạng mạch tương ứng. Ứng với mỗi mạch hãy thiết lập công thức xác định tọa độ điểm phân cực Q, điện thế tại các cực của BJT. Đường tải tĩnh là gì? Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh.

16. Cho mạch phân cực cơ bản. Với V_{CC} = 18 V; V_{BB} = 3,6 V; V_{BE} = 0,6 V; β = 80; R_B = 50 k; R_C = 2 k.

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

17. Cho mạch phân cực bằng dòng I_B. Với V_{CC} = 12 V; V_{BE} = 0,6 V; β = 100; R_B = 520 k; R_C = 2,5 k; R_E = 0,5 k.

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

18. Cho mạch phân cực hồi tiếp điện áp. Với V_{CC} = 12 V; V_{BE} = 0,6 V; β = 100; R_B = 270 k; R_C = 2,5 k; R_E = 0,5 k.

a. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

b. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

c. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

19. Cho mạch phân cực BJT dạng dùng cầu phân thế. Với V_{CC} = 18 V;V_{BE} = 0,6 V; β = 80; R_{B1} = 12 k; R_{B2} = 48 k; R_C = 1,5 k; R_E = 0,5 k.

a. Hãy vẽ dạng mạch (lưu ý: phải chọn R_{B1}, R_{B2} vị trí thích hợp).

b. Xác định tọa độ điểm phân cực Q.

c. Viết phương trình đường tải tĩnh. Vẽ đường tải tĩnh. Xác định điểm Q trên đường tải tĩnh.

d. Cho biết điện thế tại các cực của BJT.

Bài tập :

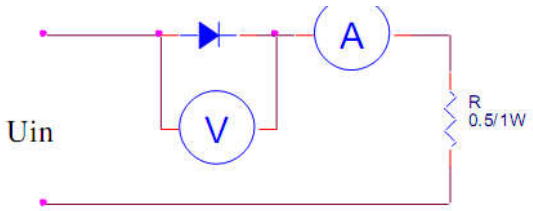
Diod

1.1 Thực hành nhận dạng và đo thử các loại diode.

1.2 Khảo sát hoạt động của diode.

- Mắc mạch như hình 3-76 .

- Thay đổi điện áp đầu vào và đo các thông số, ghi vào bảng giá trị.

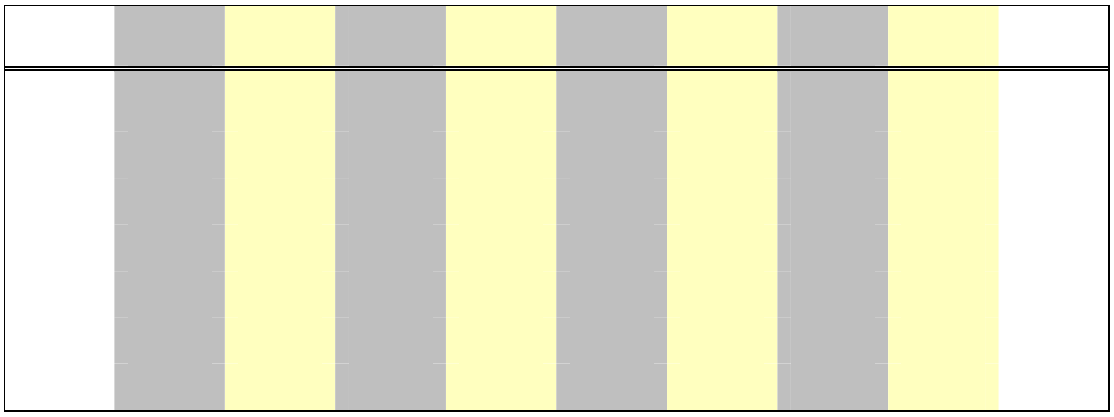


Hình 3-56

Bảng 3-1 : Khảo sát Diod

U_{in}(V)	-12	-6	0	0,1	0,2	0,8	1	1,5	**3**
U_d(V)									
I_d(mA)									

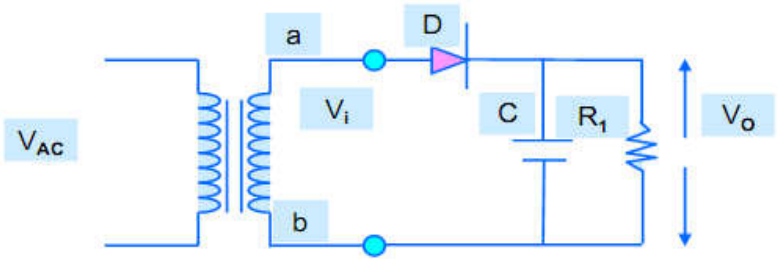
Vẽ đồ thị V-A.



1.3 . Ứng dụng của diode.

1.3.1.Khảo sát mạch chỉnh lưu bán kỳ:

- Ráp mạch như (hình 3-77).



Hình 3-57

Khi chưa mắc tụ, thay đổi lần lượt Ui và đo Uo ghi vào bảng 3-2:

Ui(V)	3	6	9	12	15	**18**
Uo(V)						
K= Uo/Ui						

Bảng 3.3

UUi(V)	3	6	9	12	15	**18**
Uo(V)						
K= U_o/U_i						
U_o (C =10 μ)						
U_o (C =470 μ)						
U_o (C =100 μ)						
U_o (C =220 μ)						

Mắc các tụ điện với các giá trị khác nhau và lập lại các bước đo trên (khi mắc tụ phải chú ý đến cực tính).

Nhận xét kết quả bảng 3.2 và bảng 3.3 :

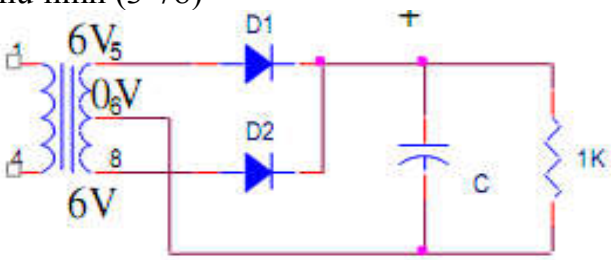
.....

.....

.....

1.3.2. Mạch chỉnh lưu toàn) kỳ 2 diode:

- Mắc mạch như hình (3-78)



Hình 3-58

- Đo các điện thế: Không tải: V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} =

Có tải: V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} =

Nhận xét.

.....

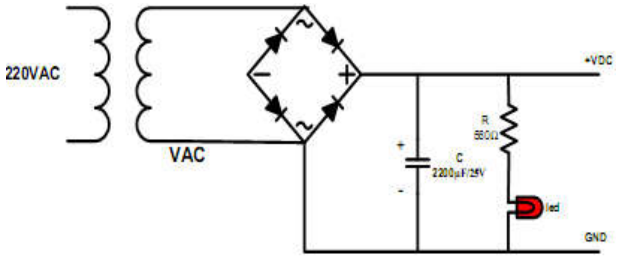
.....

.....

1.3.3.Khảo sát mạch chỉnh lưu toàn kỳ:

Các bước tiến hành như khảo sát mạch chỉnh lưu bán kỳ.

Sơ đồ mạch (hình 3-79):



Hình 3-59

Nhận xét.

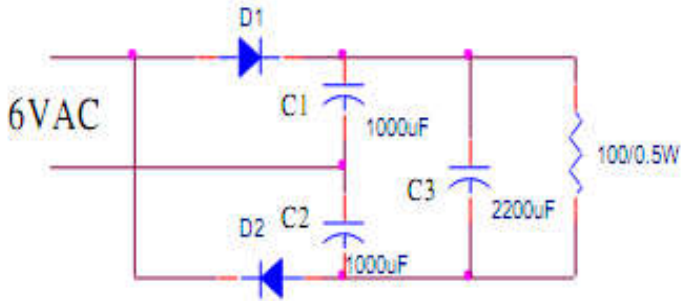
.....

.....

.....

1.3.4. Mạch chỉnh lưu nhân 2 điện áp:

Ráp mạch theo sơ đồ (hình 3-80)



Hình 3-60

Đo các điện thế : Không tải: V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} =

Có tải: V_{C1} = V_{C2} = V_{C3} =

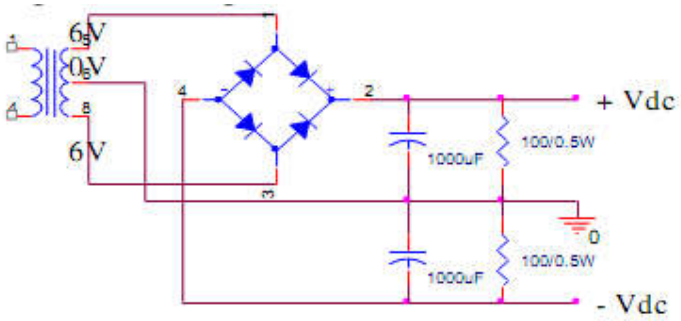
Nhận xét.

.....

.....

.....

Nguồn lưỡng cực đối xứng:



Hình 3-61

Mắc mạch như (hình 3-61) .

Đo điện thế V_{DC} (+) = V_{DC} (-) =

Nhận xét.

.....

.....

.....

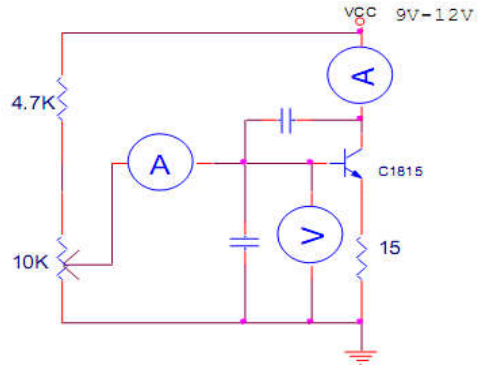
2. Transitor

2.1. Nhận dạng và đo kiểm tra các BJT:

Bảng 3-4 : Nhận dạng và đo kiểm tra các BJT.

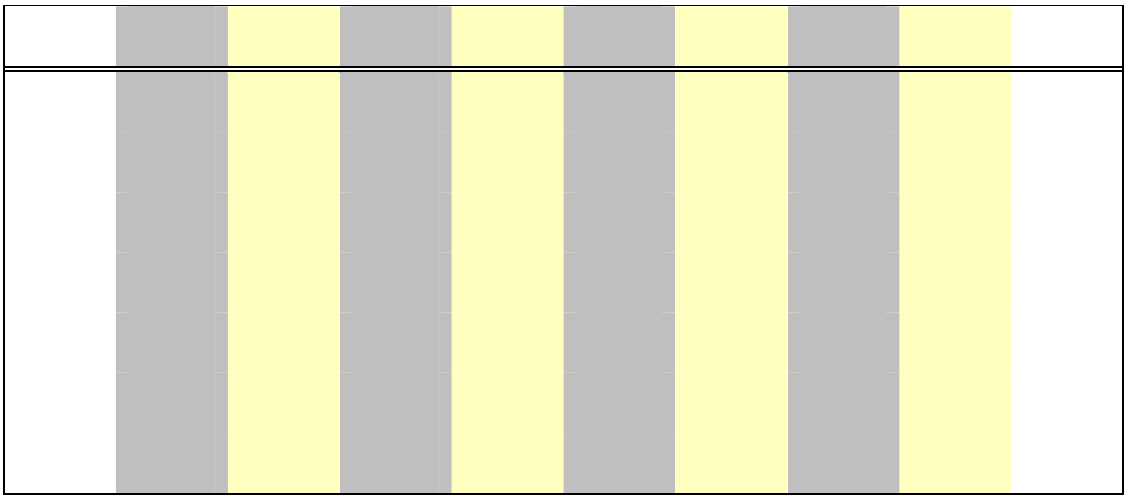
	Mã số	B-E	B-C	C-E	Ký hiệu	**Hình dạng và chân**
BJT1						
BJT2						
BJT3						
BJT4						

2.2 Xác định đặc trưng ngõ vào:



Hình 3-62

- Ráp mạch trên Testboard. (hình 3-82)
- Cấp nguồn cho mạch.
- Điều chỉnh biến trở để $I_B = 0$, $U_{BE} = 0$.
- Thay đổi biến trở lấy từng cặp giá trị trên 2 đồng hồ ghi vào bảng 3.5 theo từng cặp.
- Vẽ đặc trưng ngõ vào của BJT C1815:



Nhận xét.

.....

.....

.....

2.3 Xác định đặc trưng ngõ ra:

- Giữ đồng hồ I_B. Thay đổi V_{CC}

- Chỉnh biến trở sao cho $I_B = 20\,\mu A$, đo các giá trị I_C và U_{CE} tương ứng với V_{CC}, bảng 3.5.

Bảng 3-5 : Thông số U_{CE} và I_C khi $I_B = 20\ \mu A$.

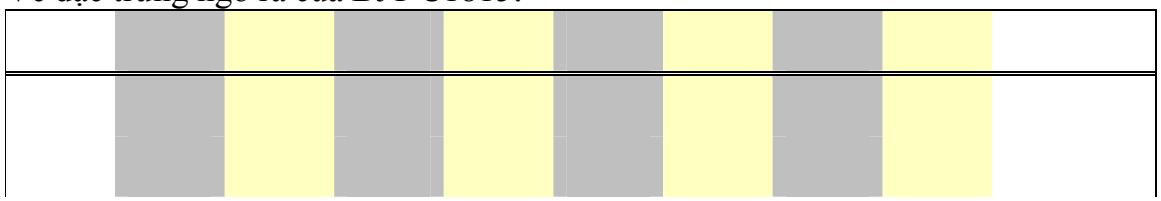
V_{CC}	3V	6V	7.5V	9V	**12V**
U_{CE}					
I_C					

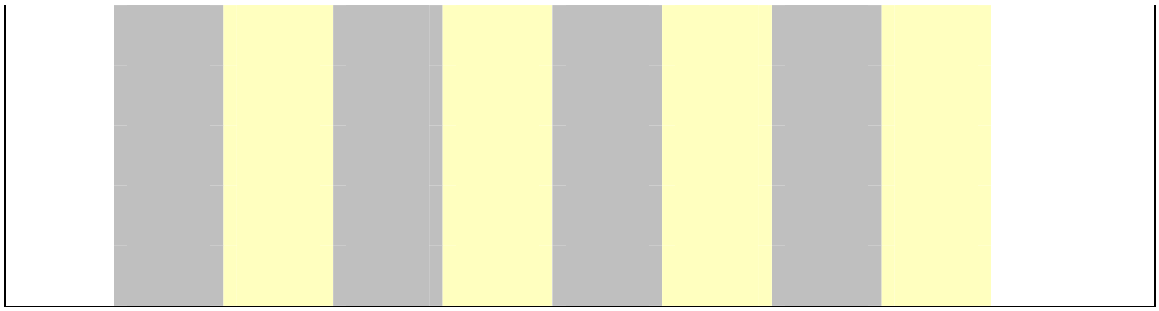
- Chỉnh biến trở sao cho $I_B = 50\ \mu A$ làm lại như trên, bảng 3.5:

Bảng 3-5 : Thông số U_{CE} và I_C khi $I_B = 50\ \mu A$.

V_{CC}	3V	6V	7.5V	9V	**12V**
U_{CE}					
I_C					

Vẽ đặc trưng ngõ ra của BJT C1815:





Nhận xét.

.....

.....

.....

3. Nhận dạng, đo thử các loại FET.

Tiến hành đo thử các loại FET, rút ra nhận xét.

Nhận xét.

.....

.....

.....

4. Nhận dạng và đo kiểm tra diac, SCR, Triac

- Đo kiểm tra Diac tốt xấu
- Đo kiểm tra SCR tốt xấu.
- Tiến hành xác định chân SCR theo các bước: Đo ? xác định loại trừ được chân A có đặc điểm là số ? rất lớn so với 2 chân kia. Vặn đồng hồ ở thang đo Rx1 rồi đặt que đen ở chân A vừa xác định, que đỏ ở một trong 2 chân còn lại, kích chạm ngón tay vào chân A và chân còn lại, nếu kim lên mạnh thì que đỏ chỉ chân K.

BÀI 3: CÁC MẠCH KHUẾCH ĐẠI DÙNG TRANZITO

Mã bài : 13 -03

Giới thiệu:

Một đặc điểm nổi bật của cấu tạo tranzito là tính khuếch đại tín hiệu. Trong trường hợp lắp mạch loại cực E chung (E-C), với một tín hiệu có biên độ điện áp nhỏ đặt vào cực badơ B, ta cũng có thể nhận được tín hiệu có biên độ điện áp rất lớn tại cực colectơ C. Tuỳ theo hệ số khuếch đại của tranzito, ta có thể nhận được tín hiệu lớn gấp hàng chục, thậm chí hàng trăm lần tín hiệu ban đầu.

Bộ khuếch đại dùng tranzito BJT có các ưu điểm so với bộ khuếch đại dùng đèn điện tử chân không là:

- Kích thước của bộ khuếch đại dùng tranzito BJT rất nhỏ, chiếm một khoảng không gian không đáng kể trong toàn bộ khối thiết bị.

- Bộ nguồn cung cấp cho bộ khuếch đại BJT hoạt động có cấu tạo đơn giản và tiêu hao công suất của tranzito BJT rất nhỏ do không phải nung sợi đốt như đèn điện tử chân không.

- Với sự tiến bộ của lĩnh vực vật lý chất rắn, tranzito BJT ngày càng hoạt động được ở tần số cao và bộ khuếch đại có tính ổn định cao.

- Bộ khuếch đại dùng tranzito BJT chịu va chạm cơ học, do đó được sử dụng rất thuận tiện trong các dây chuyền công nghiệp có rung động cơ học lớn.

- Tranzito BJT ngày càng có tuổi thọ cao nên càng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử thay thế cho các đèn điện tử chân không.

Với các đặc tính trên, bộ khuếch đại dùng tranzito BJT được áp dụng rộng rãi trong các dây chuyền công nghiệp của các hệ thống tự động điều khiển và trong đời sống xã hội.

Nghiên cứu các mạch khuếch đại là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

Mục tiêu:

- Phân biệt được đầu vào và ra tín hiệu trên sơ đồ mạch điện và thực tế theo các tiêu chuẩn mạch điện.

- Kiểm tra được chế độ làm việc của tranzito theo sơ đồ thiết kế.

- Thiết kế được các mạch khuếch đại dùng tranzito theo yêu cầu kỹ thuật.

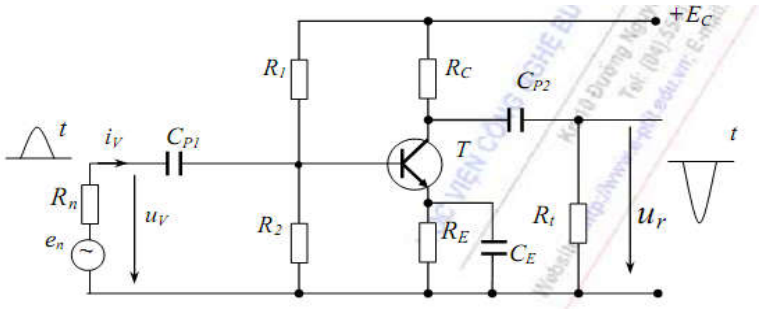
- Rèn luyện tính chính xác, nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

Nội dung chính:

1. Mạch khuếch đại đơn

1.1. Mạch mắc theo kiểu E chung (E-C: Emitter Common)

Mô tả mạch khuếch đại cực phát chung (E-C). (hình 4-1)



Hình 4-1: Mạch khuếch đại E-C

Sở dĩ người ta gọi là tầng emitơ chung là vì nếu xét về mặt xoay chiều thì tín hiệu đầu vào và đầu ra đều có chung một chất đất là cực E của tranzito.

Trong đó :

Cp1, Cp2 là các tụ nối tầng, nó ngăn cách điện áp một chiều tránh ảnh hưởng lẫn nhau

R1, R2, RC để xác định chế độ tĩnh của tầng khuếch đại.

RE điện trở hồi tiếp âm dòng điện một chiều có tác dụng ổn định nhiệt, CE tụ thoát thành phần xoay chiều xuống đất ngăn hồi tiếp âm xoay chiều.

Đặc điểm của tầng khuếch đại EC là tầng khuếch đại đảo pha, tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.

Nguyên lý làm việc của tầng EC như sau: khi đưa điện áp xoay chiều tới đầu vào xuất hiện dòng xoay chiều cực B của tranzito và do đó xuất hiện dòng xoay chiều cực C ở mạch ra của tầng.

Dòng này gây sụt áp xoay chiều trên điện trở RC. Điện áp đó qua tụ CP2 đưa đến đầu ra của tầng tức là tới Rt. Có thể thực hiện bằng hai phương pháp cơ bản là phương pháp đồ thị đối với chế độ một chiều và phương pháp giải tích dùng sơ đồ tương đương đối với chế độ xoay chiều tín hiệu nhỏ.

Các thông số kĩ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{Vi}{Ii} = \frac{Vbe}{Ib} \qquad (4.1)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{Vo}{Io} = \frac{Vce}{Ic} \qquad (4.2)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{Io}{Ii} = \frac{Ic}{Ib} = \beta \qquad (4.3)$$

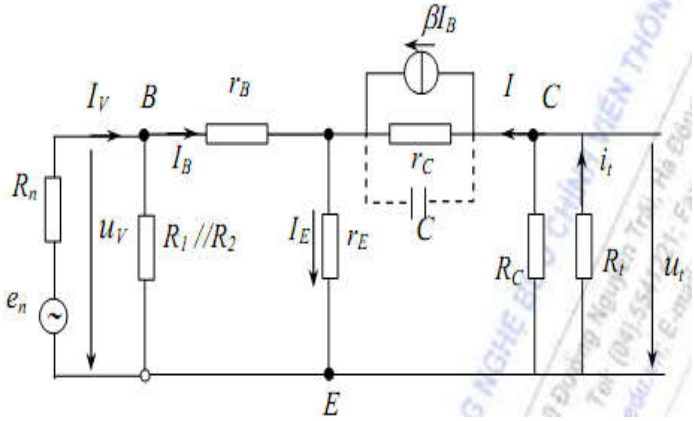
- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{Vo}{Vi} = \frac{Vce}{Vbe} = -\beta . \frac{Rc}{Ri} \qquad (4.4)$$

Mạch này có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực C.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra ngược pha (đảo pha)
- Hệ số khuếch đại dòng điện β⟩1và khuếch đại điện áp α < 1.
- Tổng trở ngõ vào khoảng vài trăm Ohm đến vài KΩ.
- Tổng trở ngõ ra khoảng vài kΩ đến hàng trăm kΩ.

Mạch tương đương kiểu E-C: (hình 4-2)



Hình 4-2: Mạch tương đương kiểu E-C

Các tham số của mạch EC tính gần đúng như sau:

+ Điện trở vào của tầng: $R_v = R_1 // R_2 // r_v$. $r_V = r_B + (1+\beta).r_E$. (4. 5)

+ Hệ số khuếch đại dòng điện: $K_i = \beta \frac{R_t // R_C}{R_t}$ (4. 6)

Như vậy tầng EC có hệ số khuếch đại dòng tương đối lớn, và nếu như $R_C >> R_t$ thì nó gần bằng hệ số khuếch đại β của tranzito.

+ Hệ số khuếch đại điện áp: $K_u = -\beta \frac{R_t // R_C}{R_n + R_V}$ (4. 7)

(dấu trừ thể hiện sự đảo Pha)

+ Hệ số khuếch đại công suất : $K_P = K_u . K_i = \frac{P_r}{P_v}$; (4. 8)

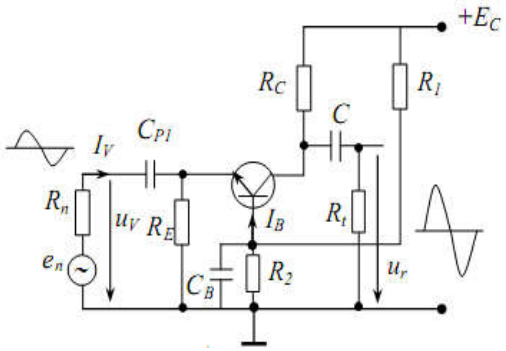
K_P rất lớn khoảng từ $(0,2 \div 5).10^3$ lần .

+ Điện trở ra của tầng: $R_r = R_C // r_C$; Vì $r_C(E) >> R_C$ nên $R_r = R_C$. (4. 9)

Tầng EC có hệ số khuếch đại điện áp và dòng điện lớn nên thường được sử dụng nhiều.

1.2. Mạch mắc theo kiểu cực gốc chung (BC: Base common)

Mô tả mạch khuếch đại theo kiểu B-C. (hình 4-3)



Hình 4-3. Mạch khuếch đại theo kiểu B-C

Các thông số kĩ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$R_i = \frac{Vi}{Ii} = \frac{Vbe}{Ie} \qquad (4.\ 10)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{Vo}{Vi} = \frac{Vcb}{Ic} \qquad (4.\ 11)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{Io}{Ii} = \frac{Ic}{Ib} = \beta \le 1 \qquad (4.\ 12)$$

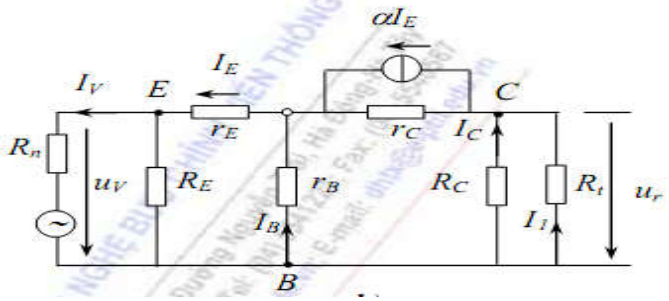
- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{Vo}{Vi} = \frac{Vcb}{Vbe} = \alpha \qquad (4.\ 13)$$

Mạch này có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực E và lấy ra trên cực C.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.
- Hệ số khuếch đại dòng điện $\beta < 1$, hệ số khuếch đại điện áp $\alpha > 1$.
- Tổng trở ngõ vào nhỏ từ vài chục Ω đến vài trăm Ω.
- Tổng trở ra rất lớn từ vài chục kΩ đến hàng MΩ.

Mạch tương đương của mạch kiểu B-C (hình 4-4)



Hình 4-4: Mạch mắc theo kiểu B chung (BC)

+ Điện trở vào: $R_V = R_E // [r_E + (1-\alpha) r_B]$ (4. 14)

Điện trở vào của tầng được xác định chủ yếu bằng điện trở r_E vào khoảng 10÷50)Ω.Điệntrở vào nhỏ là nhược điểm cơ bản của tầng BC vì tầng đó sẽ là tải lớn đối với nguồn tín hiệu vào.

+ Hệ số khuếch đại dòng của tầng: $K_i = \alpha \frac{R_t // R_C}{R_t}$ (4. 15)

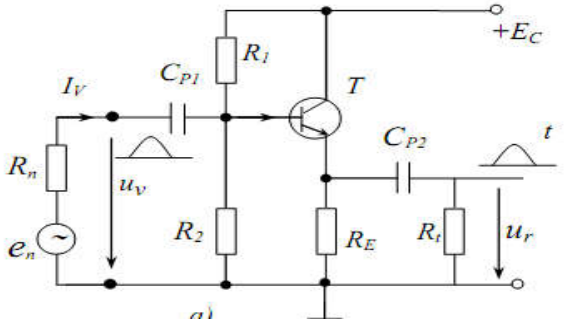
+ Hệ số khuếch đại điện áp: $K_u = \alpha \frac{R_t // R_C}{R_n + R_V}$ (4. 16)

+ Điện trở ra của tầng: $R_r = R_C // r_C \approx R_C$ (4. 17)

Cần chú ý rằng đặc tuyến tĩnh của tranzito mắc BC có độ tuyến tính lớn nên tranzito có thể dùng với điện áp cực C lớn hơn sơ đồ EC. Chính vì vậy tầng khuếch đại BC được dùng khi cần có điện áp ở đầu ra lớn.

1.3. Mạch mắc theo kiều C-C (Collector Common)

Mô tả mạch điện theo kiểu cực góp chung (C-C) (hình 4-5)



Hình 4-5. Mạch mắc theo kiều C chung (CC)

Điện trở R_E trong sơ đồ đóng vai trò như R_C trong mạch E_C, nghĩa là tạo nên một điện áp biến đổi ở đầu ra trên nó. Tụ C có nhiệm vụ đưa tín hiệu ra tải Rt. Điện trở R_1, R_2 là bộ phân áp cấp điện một chiều cho cực B, xác định chế độ tĩnh của tầng. Để tăng điện trở vào thường người ta không mắc điện trở $_{R2}$. Tính toán chế độ một chiều tương tự như tính toán tầng EC. Để khảo sát các tham số của tầng theo dòng xoay chiều, cần chuyển sang sơ đồ tương đương xoay chiều.

Các thông số kĩ thuật của mạch:

- Tổng trở ngõ vào:

$$Ri = \frac{Vi}{Ii} = \frac{Vb}{Ib} \quad (4.18)$$

- Tổng trở ngõ ra:

$$R_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{V_e}{I_e} \quad (4.19)$$

- Độ khuếch đại dòng điện:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_e}{I_b} = \beta + 1 \quad (4.20)$$

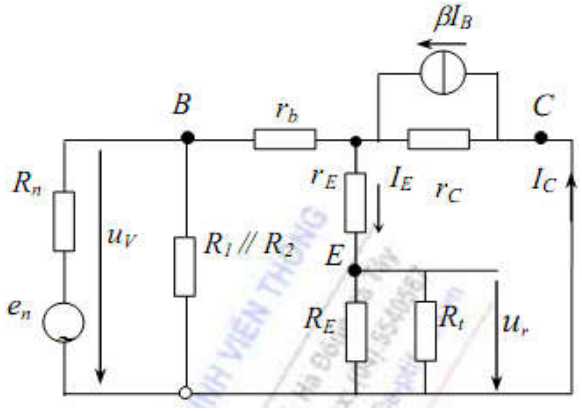
- Độ khuếch đại điện áp:

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{V_e}{V_b} \cong 1 \qquad (4.21)$$

Mạch có một số tính chất sau:

- Tín hiệu được đưa vào cực B và lấy ra trên cực E.
- Tín hiệu ngõ vào và ngõ ra đồng pha.
- Hệ số khuếch đại dòng điện β>1, hệ số khuếch đại điện áp α<1.
- Tổng trở ngõ vào từ vài kΩ đến vài chục kΩ.
- Tổng trở ngõ ra nhỏ từ vài chục Ω đến vài trăm Ω.

Mạch tương đương của mạch kiểu C-C: (hình 4-6)



Hình 4-6. Mạch tương đương của mạch kiểu C-C

+ Điện trở vào của tầng : $R_V \approx R_1 // R_2 // (1+\beta).(R_E // R_t)$ (4.22)

Nếu chọn bộ phân áp đầu vào R1, R2 lớn thì điện trở vào sẽ lớn. Tuy nhiên khi đó không thể bỏ qua điện trở rC(E) mắc song song với mạch vào, nên điện trở vào phải tính: $R_V \approx R_1 // R_2 // \left[(1+\beta).(R_E // R_t)\right] // r_E$

Điện trở vào lớn là một trong những ưu điểm quan trọng của tầng C chung, dùng làm tầng phối hợp với nguồn tín hiệu có điện trở trong lớn.

+ Hệ số khuếch đại dòng điện: $K_i = (1+\beta).\frac{R_v}{r_v}.\frac{R_E // R_t}{R_t}$ (4.23)

+ Hệ số khuếch đại điện áp: $K_i = (1+\beta).\frac{R_E // R_t}{R_n + R_V}$ (4.24)

Khi $R_V >> R_n$ và gần đúng $R_E \approx (1+\beta)(R_E + R_t)$ thì $K_u \approx 1$. Như vậy tầng khuếch đại C chung để khuếch đại công suất tín hiệu trong khi giữ nguyên trị số điện áp của nó. Vì Ku = 1 nên hệ số khuếch đại Kp xấp xỉ bằng Ki về trị số.

+ Điện trở ra của tầng: $R_r = R_E\left(r_E + \frac{r_B + R_n // R_1 // R_2}{1+\beta}\right)$ (4.25)

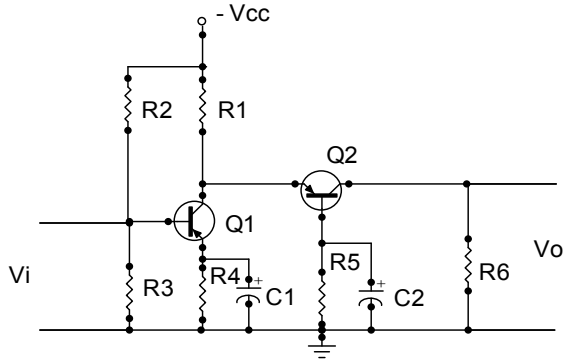
Điện trở ra của tầng nhỏ cỡ (1÷50)Ω. Nó được dùng để phối hợp mạch ra của tầng khuếch đại với tải có điện trở nhỏ, khi đó tầng C chung dùng làm tầng

ra của bộ khuếch đại có vai trò như một tầng khuếch đại công suất đơn chế độ A không có biến áp ra.

2. Mạch khuếch đại phức hợp

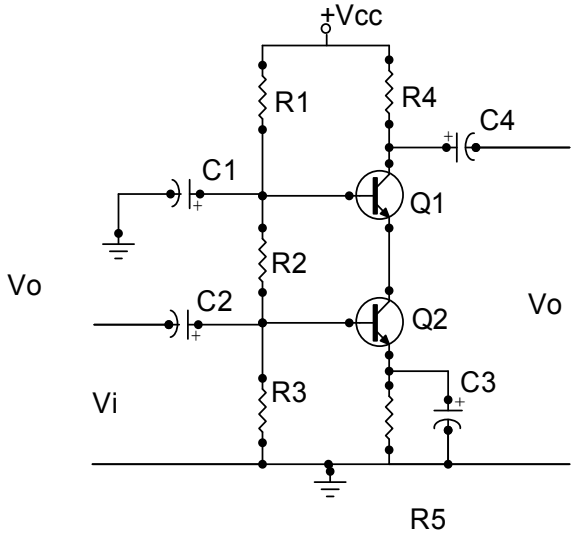
2.1. Mạch khuếch đại Cascode:

Đặc điểm của mạch là dùng 2 tầng khuếch đại mắc nối tiếp (hình 4-7). Tầng thứ hai mắc theo kiểu BC để tăng tần số cắt, giảm nhiễu tạp, giảm thấp nhất hiệu ứng Miller ở tần số cao. Tầng thứ nhất theo kiểu EC, làm việc ở điện áp thấp, hệ số khuếch đại điện áp nhỏ để giảm hiệu ứng miller của tụ ở tần số cao. Song hệ số khuếch đại điện áp toàn mạch lại rất lớn (khoảng vài trăm lần).



Hình 4-7: Mạch khuếch đại cascode

Mạch thường được dùng để khuếch đại điện áp tín hiệu ở các mạch có tín hiệu và tổng trở vào nhỏ. Như ngõ vào của các mạch khuếch đại cao tần của thiết bị thu vô tuyến Trong thực tế mạch thường được dùng Tranzito loại NPN để có nguồn cung cấp dương, tiện cho việc thiết kế mạch hình 4-7.



Hình 4-8: Mạch khuếch đại cascode dùng nguồn dương

Trong mạch:

- R_1, R_2, R_3: Cầu điện trở phân cực cho Q_1, Q_2

- C_1: Thoát mass xoay chiều cho cực B của Q1 Tăng hệ số khuếch đại tín hiệu điện áp

- R_4: Điện trở tải lấy tín hiệu ra của mạch.

- R_5: Điện trở ổn định nhiệt cho mạch.

- C_3: Thoát mass xoay chiều nâng cao hệ số khuếch đại tín hiệu.

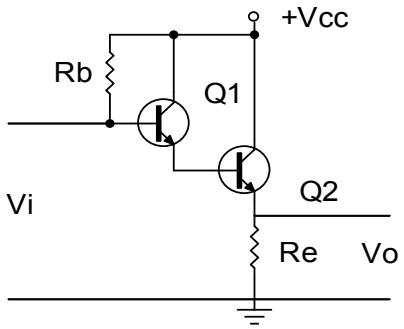
- C_2, C_4: Tụ liện lạc tín hiệu vào và ra của mạch. Trong thiết kế tuỳ vào tần số tín hiệu đi qua mạch mà người ta có thể chọn gía trị của tụ sao cho phù hợp.

Nguyên lí hoạt động của mạch có thể được trình bày đơn giản như sau:

Khi có tín hiệu ngõ vào qua tụ liên lạc C_2 đặt vào cực B của Q_2, khuếch đại và lấy ra trên cực C (Mạch được coi như mắc theo kiểu EC, có hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp lớn hơn 1). Lúc này tín hiệu được đảo pha và đưa vào chân E của Q1, (Mạch được coi như mắc theo kiểu BC chỉ dùng khuếch đại điện áp) và được lấy ra trên chân C của Q_1 và lấy ra trên tụ C_4. Tín hiệu giữ nguyên pha từ Q_2. Như vậy tín hiệu ra ngược pha với tín hiệu vào.

2.2. Mạch khuếch đại Darlington

Mạch khuếch đại Darlington dạng cơ bản được trình bày ở (hình 4-9). Đặc điểm của mạch là: Điện trở vào lớn, điện trở ra nhỏ, hệ số khuếch đại dòng lớn, hệ số khuếch đại điện áp ≈ 1trên tảI Êmitơ.



H×nh 4.9:M¹ ch khuÕch ®¹ i § alington

Cách phân cực của mạch là lấy dòng I_e của Q_1 làm dòng I_b của Q_2. Hai tranzito tương đương với 1 tranzito khi đó $\beta_D = \beta_1 - \beta_2$ và $V_{be} = 1,6V$. dòng cực gốc I_b được tính:

$$I_b = \frac{V_{cc} - V_{be}}{R_b + \beta_D . R_e}$$

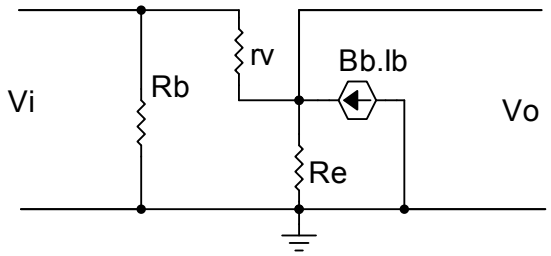
Do β_D rất lớn nên:

$$I_e = (\beta_D + 1).I_b \approx \beta_D . I_b$$

Điện áp phân cực là:

$$V_e = I_e . R_e$$

$$V_b = V_e + R_e$$



H×nh 4.10:S¬ ®å t- ¬ng ®- ¬ng m¹ ch khuÕch ®¹ i dalington

- Tính trở kháng vào :Z_i

Dòng cực B chạy qua rv là: $I_b = \frac{Vi - Vo}{rv}$

Vì: $Vo = (I_b + \beta_D.I_\beta).R_e$

$\Rightarrow$ $I_b.rv = Vi - Vo = Vi - I_b(1 + \beta_D.R_e)$

$\Rightarrow$ $Vi = I_b.(rv + (1 + \beta_D).R_e)$

Trở kháng vào nhìn từ cực B của Tranzito :

$$\frac{Vi}{I_b} = rv + \beta_D.R_e$$

$\Rightarrow$ Trở kháng vào của mạch:

$$Z_i = R_b // (rv + \beta_D.R_e) \qquad (4.26)$$

- Hệ số khuếch đại dòng: Ai

Dòng điện ra trên R_E

$$I_o = I\beta + \beta_D.R_e = (\beta_D + 1).I_b \approx \beta_D.I_b$$

Với $\frac{I_o}{I_b} = \beta_D$

$\Rightarrow$ Hệ số khuếch đại dòng của mạch là:

$$A_i = \frac{I_o}{I_i} = \frac{I_o}{I_b}.\frac{I_b}{I_i}$$

Với : $I_b = \frac{R_b}{(rv + \beta_D.R_e) + R_b}.I_i \approx \frac{R_b}{\beta_D.R_e + R_b}.I_i$

$$\Rightarrow A_i = \beta_D.\frac{R_b}{\beta_D.R_e + R_b} = \frac{\beta_D.R_b}{\beta_D.R_e + R_b} \qquad (4.27)$$

- Trở kháng ra: Z_o

Ta có:

$$I_o = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{r_i} - \beta_D.I_b = \frac{V_o}{R_e} + \frac{V_o}{R_i} - \beta_D(\frac{V_o}{r_i}) = (\frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i}).V_o$$

Mặt khác:

$$Z_o = \frac{V_o}{I_o} = \frac{1}{\frac{1}{R_e} + \frac{1}{r_i} + \frac{\beta_D}{r_i}} \qquad (4.28)$$

- Hệ số khuếch đại điện áp:

$$V_o = (I_b + \beta_D.I_b).R_e = I_b(R_e + \beta_D.R_e)$$

$$V_i = I_b.r_i + R_e.(I_b + \beta_D.I_b)$$

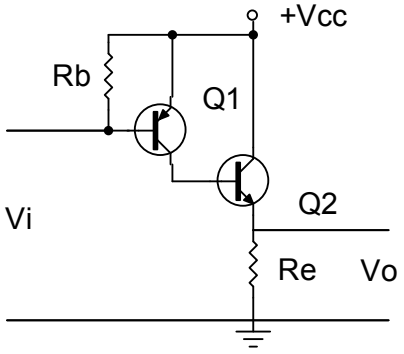
Ta có:

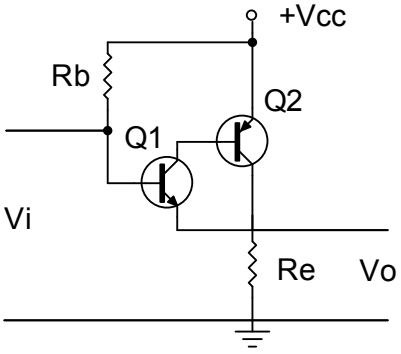
$$V_i = I_b(r_i + R_e + \beta_D.I_i)$$

$$V_o = \frac{V_i}{r_i + (R_e + \beta_D.R_e)}.(R_e + \beta_D.R_e)$$

$$A_u = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_e + \beta_D.R_e}{r_i + (R_e + \beta_D.R_e)} \approx 1 \qquad (4.29)$$

Trong thực tế ứng dụng ngoài cách mắc căn bản dùng hai tranzito cùng loại PNP hoặc NPN người ta còn có thể dùng hai Tranzito khác loại để tạo thành mạch khuếch đại Darlington như hình minh hoạ:

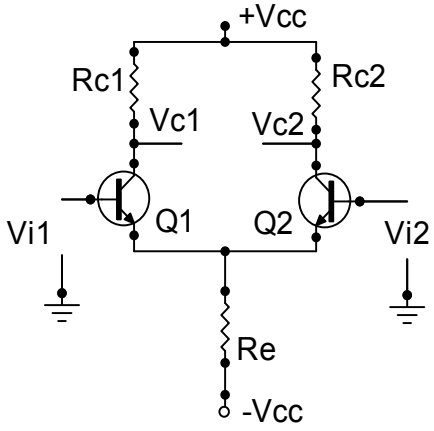




2.3. Mạch khuếch đại vi sai

Các mạch khuếch đại đã xét khuếch đại trực tiếp tín hiệu vào. Mạch khuếch đại vi sai chỉ khuếch đại sai lệch giữa hai tín hiệu vào.

Sơ đồ một mạch khuếch đại vi sai căn bản được trình bày ở (hình 4-11).



H×nh 4.11: M¹ ch khuÕch ®¹ i vi sai c¨ n b¶n

Mạch làm việc theo nguyên lí cầu cân bằng và có cấu trúc đối xứng. Hai Tranzito cùng tên nên có các thông số kỹ thuật giống hệt nhau. Mạch có hai ngõ vào Vi1 và Vi2 và có một ngõ ra (Vc1 và Vc2).Điện áp lấy ra giữa hai cực

C của Q1 và Q2 gọi là kiểu đối xứng. Nếu điện áp lấy ra giữa một trong hai cực C của Tranzito với Mass gọi là kiểu lấy ra không đối xứng.

Nếu cực B của Q1 có tín hiệu ngõ vào Vi1, Cực B của Q2 có tín hiệu ngõ vào Vi2 thì điện áp ngõ ra lấy ra giữa hai cực C là:

$$Vo = A.(Vc_1 - Vc_2)$$

Trong đó A là hệ số khuếch đại điện áp vi sai.

Điện áp ra $Vc = Vc_1 = Vc_2$ so với Mass là:

$$Vc = Vcc - Ic.Rc$$

Ở chế độ một chiều (không có tín hiệu xoay chiều) như (hình 4-12). thì do cực B nối qua điện trở Rb về Mass nên $Vb \approx 0$. Điện áp cực E là:

$$Ve = Vb = Vbe = 0 - 0,7 = -0,7v$$

Dòng cực E:

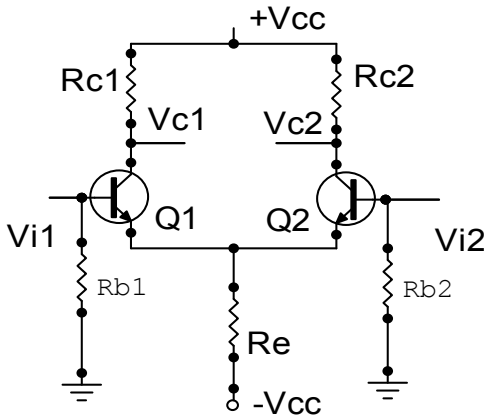
$$Ie = \frac{Ve - (-Vcc)}{\text{Re}} = \frac{Vcc - 0,7}{\text{Re}}$$

Vì Q1 và Q2 giống nhau nên:

$$Ie_1 = Ie_2 = \frac{Ie}{2}$$

$$Ic_1 = Ic_2 = \frac{Ie}{2}$$

$$Vc_1 = Vc_2 = Vc = Vcc - Ic.Rc$$



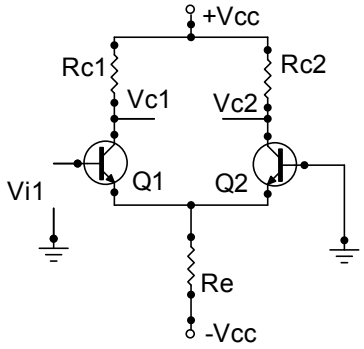
H×nh 4.12: M¹ ch khuÕch ®¹ i vi sai ë chÕ®é mét chiÒu

Khi đầu vào có tín hiệu xoay chiều (Chế độ xoay chiều)Thì tuỳ cách đưa tín hiệu vào mà ta có các chế độ làm việc khác nhau:

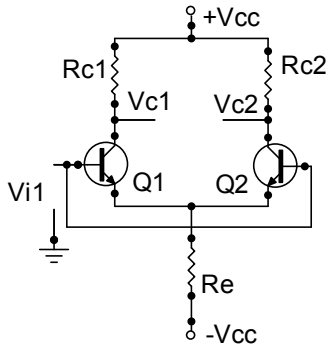
- Chế độ vi sai: Có hai tín hiệu vào ở hai cực B (hình 4-12; 4-13).

- Chế độ đơn: Một tín hiệu vào ở một cực B, Cực B còn lại nối Mass (hình 4-13).

- Chế độ đồng pha: Một tina hiệu cùng đưa vào hai cực B (hình 4-14).



H×nh 4.13: M¹ ch khuÕch ®¹ i vi sai ë chÕ®é ®¬n



H×nh 4.14: M¹ ch khuÕch ®¹ i vi sai ë chÕ®é ®ång pha

3. Mạch khuếch đại công suất

3.1.Khái niệm

3.1.1. Định nghĩa

Các mạch khuếch đại đã được nghiên cứu ở bài trước, tín hiệu ra của các mạch đều nhỏ (dòng và áp tín hiệu). Để tín hiệu ra đủ lớn đáp ứng yêu cầu điều khiển các tải, Ví dụ như loa, môtơ, bóng đèn...ta phải dùng đến các mạch khuếch đại công suất. để tín hiệu ra có công suất lớn đáp ứng các yêu cầy về kỹ thuật của tảI như độ méo phi tuyến, hiệu suất làm việc…vì thế mạch công suất phải được nghiên cứu khác các mạch trước đó.

Vậy tầng công suất là tầng khuếch đại cuối cùng của bộ khuếch đại. Nó có nhiệm vụ cho ra tải một công suất lớn nhất có thể, với độ méo cho phép và đảm bảo hiệu suất cao.

Do khuếch đại tín hiệu lớn, Tranzior làm việc trong vùng không tuyến tính nên không thể dùng sơ đồ tương đương tín hiệu nhỏ nghiên cứu mà phải dùng đồ thị.

3.1.2. Phân loại

Tầng công suất có thể làm việc ở chế độ A, B, A B, Và C, D tuỳ thuộc vào chế đô công tác của Tranzito .

∗ Chế độ A: Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ (Dương và Âm của tín hiệu hìn sin) ngõ vào.Chế độ này có hiệu suất thấp (Với tải điện trở dưới 25%)nhưng méo phi tuyến nhỏ nhất, nên được dùng trong các trường hợp đặc biệt.

∗ Chế độ B: Transistor được phân cực tại $V_{BE} = 0$ (vùng ngưng). Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu hìn sin ngõ vào, đây là chế độ có hhiệu suất lớn (η=78%), tuy méo xuyên giao lớn nhưng có thể khắc phục bằng cách kết hợp với chế độ AB và dùng hồi tiếp âm.

∗ Chế độ AB:Có tính chất chuyển tiếp giữa A và B. Transistor được phân cực ở gần vùng ngưng. Tín hiệu ngõ ra thay đổi hơn một nữa chu kỳ của tín hiệu vào (Transistor hoạt động hơn một nữa chu kỳ - dương hoặc âm - của tín hiệu

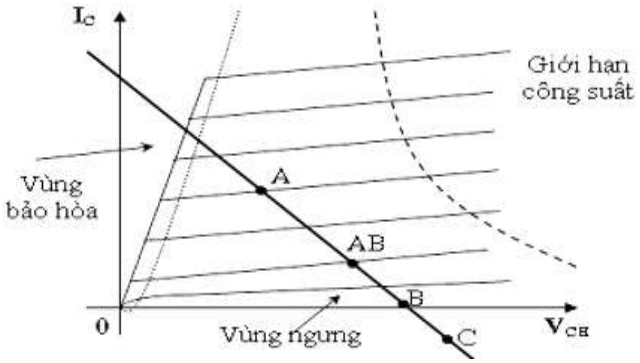
ngõ vào). Nó có dòng tĩnh nhỏ để tham gia vào việc giảm méo lúc tín hiệu vào có biên độ nhỏ.

∗ Chế độ C: Transistor được phân cực trong vùng ngưng để chỉ một phần nhỏ hơn nữa chu kỳ của tín hiệu ngõ vào được khuếch đại., có hiệu suất khá cao (> 78%)nhưng méo rất lớn. Nó được dùng trong các mạch khuếch đại cao tần có tải là khung cộng hưởng để chọn lọc sóng đài mong muốn và để có hiệu suất cao.

∗ Chế độ D: Tranzito làm việc như một khoá điện tử đóng mở. Dưới tác dụng của tín hiệu vào điều khiển Tranzito thông bão hoà là khoá đóng, dòng điện chạy qua tranzito I_C đạt giá trị cực đại, còn khoá mở khi Tranzito ngắt dòng qua Tranzito bằng không I_C =0.

Ngoài cách phân loại như trên thực tế phân tích mạch trong sửa chữa người ta có thể chia mạch khuếch đại công suất làm hai nhóm. Các mạch khuếch đại công suất được dùng một Tranzito gọi là khuếch đại đơn , Các mạch khuếch đại công suất dùng nhiều Tranzito gọi là khuếch đại kép.

Mô tả việc phân loại các mạch khuếch đại công suất.



3.1.3. Đặc điểm của mạch khuếch đại công suất

• Tín hiệu được khảo sát trong mạch thuộc dạng tín hiệu có biên độ lớn khi phân tích mạch ta phải xem xét chế độ phân cực trong mạch ở cả kỳ.

• Khoảng tần số làm việc của [20-20KHz], tần số audio

• Tầng khuếch đại công suất nằm ở ngõ ra tải, các transsistor ở tần này có công suất cao. Do hoạt động ở công suất cao nên chúng tỏa nhiều vì vậy để ổn định hệ số khuếch đại của mạch cũng như tăng tuổi thọ transsistor ta thường lắp thêm các bộ phận tản nhiệt.

• Việc tính toán công suất của đoạn mạch một cách tổng quát:

$$P = \frac{1}{T}\int_0^T u(t).i(t)dt$$

• Công suất ac trên tải R_L : $L\, R_{L(ac)} = \frac{1}{2}(I_{Lm})^2 R_L$

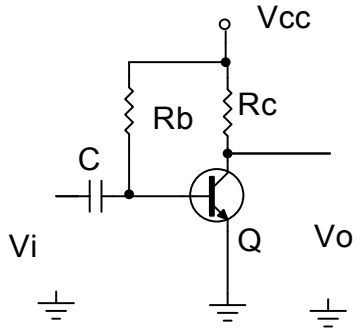
• Công suất của nguồn cung cấp: $P_{CC} = V_{CC}.I_{CQ}$

- Công suất tiêu tán của transistor : $P_T = P_{CC} - P_L$
- Hiệu suất của mạch khuếch đại: $\eta = \frac{P_{L(ac)}}{P_{CC}}.100\%$

3.2. Mạch khuếch đại công suất chế độ A:

3.2.1. Mạch khếch đại công suất chế độ A dùng tải điện trở:

Trong mạch khuếch đại chế độ A, điểm làm việc thay đổi đối xứng xung quanh điểm làm việc tĩnh. Xét tầng khuếch đại đơn mắc EC và mạch này có hệ số khuếch đại lớn và méo nhỏ. Chỉ xét mạch ở nguồn cấp nối tiếp . Mô tả việc phân loại (hình 4-15).



H×nh 4.15:M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt chÕ®é A
t¶i dï ng ®iÖn trë

Trong đó:

- Q: Tranzito khuếch đại công suất
- Rc: Điện trở tải
- Rb: Điện trở phân cực
- C: Tụ lên lạc tí hiệu ngõ vào
- Vi: Tín hiệu ngõ vào tầng khuếch đại công suất
- Vo: Tín hiệu ngõ ra tầng khuếch đại công suất

- *Chế độ tĩnh*:

Dòng phân cực một chiều được tính theo công thức Vcc và Rb:

$$Ib = \frac{Vcc - 0,7}{Rb}$$

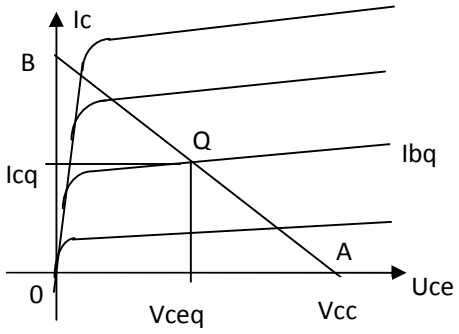
Tương ứng với dòng cực C là:

$$Ic = \beta.Ib$$

Điện áp Vce:

$$Vce = Vcc - Ic.Rc$$

Từ giá trị Vcc ta vẽ được đường tải một chiều AB. Từ đó xác định được điểm làm việc Q tương ứng với I_{BQ} trên đặc tuyến ra. Hạ đường chiếu từ điểm Q đến hai trục toạ độ sẽ được I_{CQ} và V_{CEQ}



- *Chế độ động:*

Khi có một tín hiệu AC được đưa đến đầu vào của bộ khuếch đại, dòng điện và điện áp sẽ thay đổi theo đường tải một chiều.

Một tín hiệu đầu vào nhỏ sẽ gây ra dòng điện cực B thay đổi xung quanh điểm làm việc tĩnh, dòng cực C và điện áp Vce cũng thay đổi xung quanh điểm làm việc này.

Khi tín hiệu vào lớn biến thiên xa hơn so với điểm làm việc tĩnh đã được thiết lập từ trước, dòng điện Ic và điện áp Vce biến htiên và đạt đến giá trị giới hạn. Đối với dòng điện, giá trị giới hạn này thấp nhất Imin =0, và cao nhất Imass = Vc/Rc. Đối với điện áp Vce, giới hạn thấp nhất Vce = 0v và cao nhất Vce =Vcc.

- *Công suất cung cấp từ nguồn một chiều:*

$$P = Vcc.Ic$$

- *Công suất ra:*

+ Tính theo giá trị hiệu dụng:

$$Po = Vce.Ic$$

$$Po = I_c^2.Rc$$

$$Po = \frac{V_c^2}{Rc}$$

+ Tính theo gá trị đỉnh:

$$Po = \frac{Vce.Ic}{2} = \frac{I_c^2}{2}.Rc$$

$$Po = \frac{V_{ce}^2}{2.Rc}$$

+ Tính theo giá trị đỉnh - đỉnh:

$$Po = \frac{Vce.Ic}{8}$$

$$Po = \frac{I_c^2}{8}.Rc$$

$$Po = \frac{V_{ce}^2}{8Rc}$$

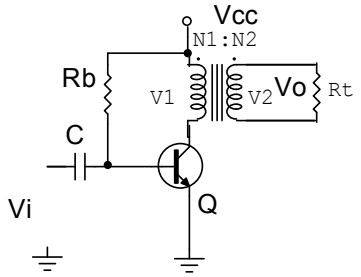
• *Hiệu suất mạch:* Hiệu suất của một mạch khuếch đại phụ thuộc tổng công suất xoay chiều trên tảI và tổng công suất cung cấp từ nguồn 1 chiều. Hiệu suất được tính theo công thức sau:

$$\eta = \frac{Po}{P}.100\,\%$$

Po:Công suất ra

P:Công suất cung cấp từ nguồn một chiều

3.2.2. Mạch khuếch đại công suất chế độ A ghép biến áp: (hình 4-17).



H×nh 4.17:M¹ ch khuÕch ®¹ i c«ng suÊt chÕ®é A
t¶i ghÐp biÕn ¸p

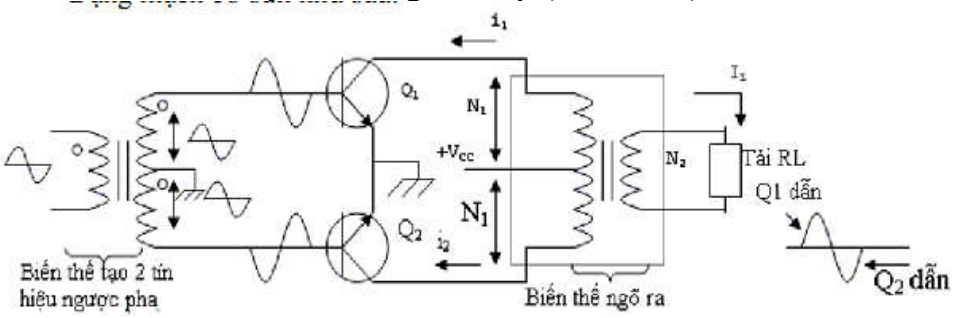
Đây là mạch khuếch đại công suất chế độ A với hiệu suất tối đa khoảng 50%, sử dụng biến áp để lấy tín hiệu ra đến tải Rt hình 4.17. Biến áp có thể tăng hay giảm điện áp và dòng điện theo tỉ lệ tính toán trước.

Sự biến đổi điện áp theo biểu thức: $\frac{V1}{V2} = \frac{N2}{N1}$

3.3. Mạch khuếch đại công suất chế độ B

Trong mạch khuếch đại công suất lớp B, người ta phân cực với VB =0V nên bình thường transistor không dẫn điện và chỉ dẫn điện khi có tín hiệu đủ lớn đưa vào. Do phân cực như thế nên transistor chỉ dẫn điện được ở một bán kỳ của tín hiệu (bán kỳ dương hay âm tùy thuộc vào transistor NPN hay PNP). Do đó muốn nhận được cả chu kỳ của tín hiệu ở ngõ ra người ta phải dùng 2 transistor, mỗi transistor dẫn điện ở một nữa chu kỳ của tín hiệu. Mạch này gọi là mạch công suất đẩy kéo (push-pull),trong thực tế ứng ứng dụng có một số dạng mạch cơ bản sau:

3.3.1. Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp (hình 4-18)



Hình 4-18. Mạch khuếch đại đẩy kéo dùng biến áp

Ưu điểm của mạch là ở chế độ phân cực tĩnh không tiêu thụ nguồn cung cấp do 2 Tranzito không dẫn điện nên không tổn hao trên mạch. Mặt khác do không dẫn điện nên không sảy ra méo do bão hoà từ. Hiệu suất của mạch đạt khoảng 80%.

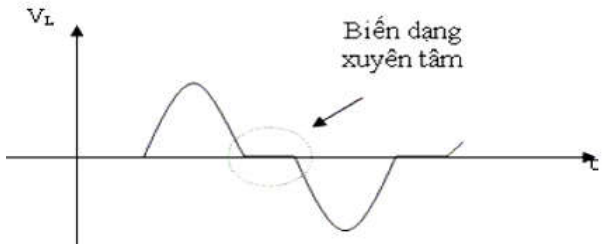
Nhược điểm của mạch là méo xuyên giao lớn khi tín hiệu vào nhỏ, khi cả hai vế khuếch đại không được cân bằng.

Nguyên lý hoạt động của mạch:

- Trong bán kỳ dương của tín hiệu, Q1 dẫn. Dòng i_1 chạy qua biến thế ngõ ra tạo cảm ứng cấp cho tải. Lúc này pha của tín hiệu đưa vào Q2 là âm nên Q2 ngưng dẫn.

- Đến bán kỳ kế tiếp, tín hiệu đưa vào Q2 có pha dương nên Q2 dẫn. Dòng i_2 qua biến thế ngõ ra tạo cảm ứng cung cấp cho tải. Trong lúc đó pha tín hiệu đưa vào Q1 là âm nên Q1 ngưng dẫn.

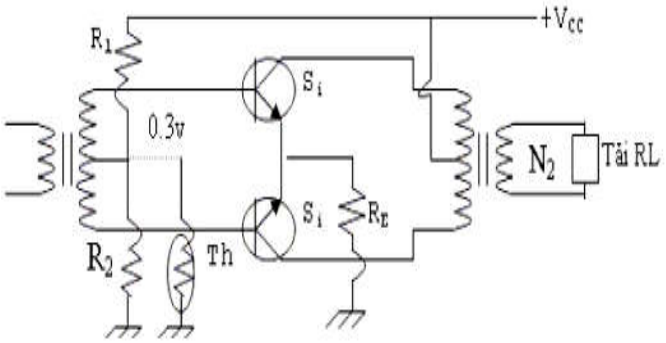
Chú ý là i_1 và i_2 chạy ngược chiều nhau trong biến thế ngõ ra nên điện thế cảm ứng bên cuộn thứ cấp tạo ra bởi Q1 và Q2 cũng ngược pha nhau, chúng kết hợp với nhau tạo thành cả chu kỳ của tín hiệu.



Thực tế, tín hiệu ngõ ra lấy được trên tải không được trọn vẹn như trên mà bị biến dạng. Lý do là khi bắt đầu một bán kỳ, transistor không dẫn điện ngay mà phải chờ khi biên độ vượt qua điện thế ngưỡng V_{BE}. Sự biến dạng này gọi là sự biến dạng xuyên tâm (cross-over). Để khắc phục, người ta phân cực V_B dương một chút (thí dụ ở transistor NPN) để transistor có thể dẫn điện tốt ngay khi có tín hiệu áp vào chân B. Cách phân cực này gọi là phân cực loại AB. Chú ý là trong cách phân cực này độ dẫn điện của transistor công suất không đáng kể khi chưa có tín hiệu.

Ngoài ra, do hoạt động với dòng I_C lớn, transistor công suất dễ bị nóng lên. Khi nhiệt độ tăng, điện thế ngưỡng V_{BE} giảm (transistor dễ dẫn điện hơn) làm dòng I_C càng lớn hơn, hiện tượng này chồng chất dẫn đến hư hỏng transistor. Để khắc phục, ngoài việc phải giải nhiệt đầy đủ cho transistor, người ta mắc thêm một điện trở nhỏ (thường là vài Ω) ở hai chân E của transistor công suất xuống mass. Khi transistor chạy mạnh, nhiệt độ tăng, I_C tăng tức I_E làm V_E tăng dẫn đến V_{BE} giảm.

Kết quả là transistor dẫn yếu trở lại.



Mạch khuếch đại công suất loại AB dùng biến áp đảo pha và biến thế xuất âm. Ngoài ra, người ta thường mắc thêm một điện trở nhiệt có hệ số nhiệt âm (thermistor) song song với R_2 để giảm bớt điện thế phân cực V_B bù trừ khi nhiệt độ tăng.

3.3.2. Mạch đẩy kéo ghép trực tiếp

Mạch khuếch đại công suất ghép trực tiếp mục đích là để bù méo tạo tín hiệu đối xứng chống méo xuyên giao, được sử dụng chủ yếu là cặp Tranzito hổ bổ đối xứng (là 2 tranzito có các thông số kỹ thuật hoàn toàn giống nhau nhưng khác loại PNP và NPN, đồng thời cùng chất cấu tạo) (hình 4-19).

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch:

C: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào

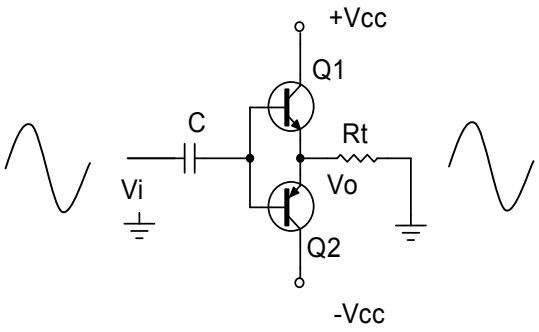
Rt: Điện trở tảI của tầng khuếch đại công suất

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất hổ bổ đối xứng

Mạch có đặc điểm là nguồn cung cấp cho mạch phải là 2 nguồn đối xứng, khi không đảm bảo yếu tố này dạng tín hiệu ra dễ bị méo nên thông thường nguồn cung cấp cho mạch thường được lấy từ các nguồn ổn áp.

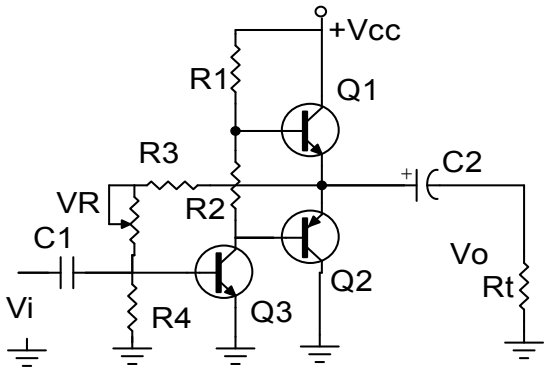
Hoạt động của mạch: Mạch được phân cực với thiên áp tự động. ở bán kỳ dương của tín hiệu Q1 dẫn dòng điện nguồn dương qua tải Rt, Q2 tắt không cho dòng điện nguồn qua tải. ở bán kỳ âm của tín hiệu Q2 dẫn dòng nguồn âm qua tảI Rt, Q1 tắt.

Mạch này có ưu điểm đơn giản, chống méo hài, hiệu suất lớn và điện áp phân cực ngõ ra $\approx$0v nên có thể ghép tín hiệu ra tải trực tiếp. Nhưng dễ bị méo xuyên giao và cần nguồn đối xứng làm cho mạch điện cồng kềnh, phức tạp đồng thời dễ làm hư hỏng tải khi Tranzito bị đánh thủng. Để khắc phục nhược điểm này thông thường người ta dùng mạch ghép ra dùng tụ.



H×nh 4.19: M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt
®Èy kÐo ghÐp trùc tiÕp

3.3.2. Mạch đẩy kéo ghép dùng tụ (hình 4-20)



H×nh 4.20: M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt
®Èy kÐo ghÐp tô

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch:

Q1, Q2: Cặp tranzito khuếch đại công suất

Q3: Đảo pha tín hiệu

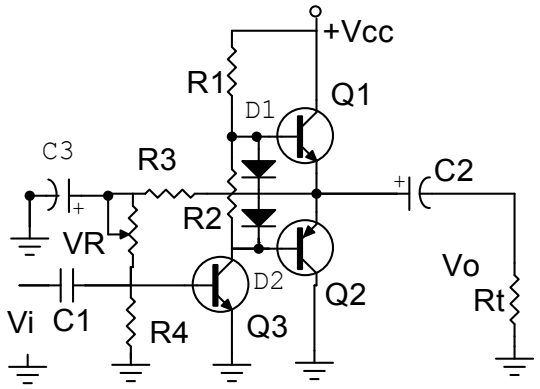
R1, R2: Phân cực cho Q1, Q2 đồng thời là tải của Q3

R3, VR: Lấy một phần điện áp một chiều ngõ ra quay về kết hợp với R4 làm điện áp phân cực cho Q3 làm hồi tiếp âm điện áp ổn định điểm làm việc cho mạch.

C1: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào.

C2: Tụ liên lạc tín hiệu ngõ ra đến tải.

Mạch này có đặc điểm là có độ ổn định làm việc tương đối tốt, điện áp phân cực ngõ ra $Vo \approx \frac{Vcc}{2}$ khi mạch làm việc tốt. Nhưng có nhược điểm dễ bị méo xuyên giao nếu chọn chế độ phân cực cho 2 tranzito Q1, Q2 không phù hợp hoặc tín hiệu ngõ vào có biên độ không phù hợp với thiết kế của mạch và một phần tín hiệu ngõ ra quay trở về theo đường hồi tiếp âm làm giảm hiệu suất của mạch để khắc phục nhược điểm này người ta có thể dùng mạch có dạng ở (hình 4-21)



Hình 4.21: Mạch khuếch đại công suất
đẩy kéo ghép tô cấp tiếp

Trong đó C3: Lọc bỏ thành phần xoay chiều của tín hiệu

D1, D2:Cắt rào điện áp phân cực cho Q1 và Q2,

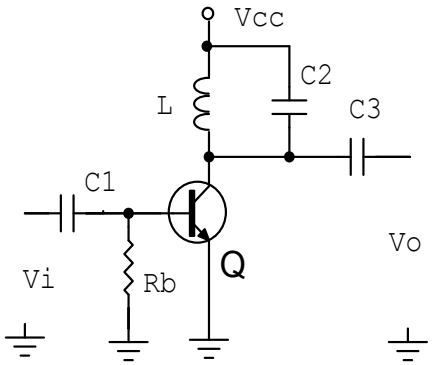
Trên thực tế mạch có thể dùng từ 1 đến 4 điôt cùng loại để cắt rào điện thế. Ngoài ra với sự phát triển của công nghệ chế tạo linh kiện hiện nay các mạch công suất thường được thiết kế sẵn dưới dạng mạch tổ hợp (IC) rất tiện lợi cho việc thiết kế mạch và thay thế trong sửa chữa.

3.4. Mạch khuếch đại công suất chế độ C và D

Mặc dù các mạch khuếch đại chế độ A, AB, và B thường được dùng khuếch đại công suất, khuếch đại chế độ D cũng được ứng dụng khá phổ biến vì có hiệu suất cao. Các mạch khuếch đại chế độ C lại ít được sử dụng trong khuếch đại âm tần mà chỉ dùng trong trong các mạch khuếch đại cao tần để chọn lọc sóng hài mong muốn.

3.4.1. Khuếch đại chế độ C

Mạch khuếch đại C cơ bản như (hình 4-22). Mạch hoạt động trong khoảng dưới 1/2 chu kỳ tín hiệu vào . Dạng tín hiệu ở ngõ ra vẫn được biểu diễn đầy đủ cả chu kỳ của tín hiệu cơ sở hoặc của mạch cộng hưởng. Hoạt động của mạch này chỉ giới hạn ở các tầng cộng hưởng , dao động.



Hình 4.22:Mạch khuếch đại công suất chế độ C

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch:

C1: liên lạc tín hiệu kích thích ngõ vào

Rb: Phân cực Tranzito nằm sâu trong vùng ngưng dẫn.

Q: Khuếch đại công suất

L, C2: Khung cộng hưởng.

C3: Tụ liên lạc lấy tín hiệu ngõ ra.

Hoạt động của mạch như sau:

Ở trạng thái bình thường Tranzito không dẫn điện do được phân cực nằm sâu trong vùng ngưng dẫn nên điện áp ngõ ra $\approx Vcc$

Khi có kích thích nguồn tín hiệu từ bên ngoài qua tụ liên lạc C1, một phần đỉnh bán kỳ dương của tín hiệu làm tăng phân cực B của tranzito làm cho tranzito dẫn điện bão hoà. Dong cực C chảy qua tranzito nạp điện lên cuộn dây L dưới dạng từ. Chấm dứt bán kỳ dương của tín hiệu tranzito trở về trạng thái ngưng dẫn. cuộn dây L xả điện qua tụ C2 tạo thành tín hiệu dạng sin ở ngõ ra trên cực C. Nếu có tín hiệu đến kích thích tiếp tục thì tín hiệu ra sẽ liên tục, và ngược lại nếu không có tín hiệu đến kích thích ngõ vào thì tín hiệu ngõ ra sẽ có dạng hình sin tắt dần do tổn thất trên khung cộng hưởng.

3.4.2. Khuếch đại chế độ D

Khuếch đại chế độ D được thiết kế để làm việc với tín hiệu xung hoặc tín hiệu số. Với hiệu suất trên 90% của nó sẽ làm tăng thêm hiệu quả của mạch khuếch đại công suất. Người ta thường chuyển tín hiệu đầu vào bất kỳ thành dạng xung trước khi sử dụng nó để truyền một lượng tải công suất lớn và sẽ chuyển ngược lại thành tín hiệu sin để phục hồi tín hiệu gốc khi có yêu cầu. Trong thực tế mạch công suất khuếch đại chế độ D được dùng rộng rãi trong các mạch tạo xung quét hay tạo cao thế ở máy thu hình, máy photocopy…

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu1.Hãy lựa chọn phương án đúng để trả lời các câu hỏi dưới đây bằng cách đánh dấu x vào ô vuông thích hợp:

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
4.1	Mắc tranzito như thế nào để có tổng trở vào nhỏ hất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch.	□	□	□	□
4.2	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở vào lớn nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch.	□	□	□	□
4.3	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở ra nhỏ nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d.Tuỳ vào dạng mạch.	□	□	□	□
4.4	Mắc tranzito kiểu nào để có tổng trở ra lớn nhất? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch	□	□	□	□
4.5	Mắc tranzito kiểu nào để có hệ số khuếch đại dòng lớn hơn 1? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch	□	□	□	□
4.6	Mắc tranzito kiểu nào để có hệ số khuếch đại điện áp lớn hơn 1? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch.	□	□	□	□
4.7	Mắc tranzito kiểu nào để cho hệ số khuếch đại dòng và điện áp lớn hơn 1?	□	□	□	□

	a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch				
4.8	Trong trường hợp nào tranzito ở trạng thái ngưng dẫn? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch	□	□	□	□
4.9	Trường hợp nào tranzito ở trạng thái khuếch đại? a. Mắc kiểu E chung. b. Mắc kiểu B chung c. Mắc kiểu C chung d. Tuỳ vào dạng mạch	□	□	□	□
4.10	Trường hợp nào tranzito dẫn điện bão hoà? a. Tiếp giáp BE phân cực ngược. b. Tiếp giáp BC phân cực thuận. c. Tiếp giáp BE phân cực thuận. d. Gồm a và c.	□	□	□	□
4.11	Thế nào là mạch khuếch đại Darlington? a. Tranzito mắc song song. b. Tranzito mắc nối tiếp. c. Hai tranzito mắc song song. d. Hai tranzito mắc nối tiếp.	□	□	□	□
4.12	Mạch khuếch đại Darlington có ưu điểm gì? a. Điện trở vào lớn. b. Điện trở vào nhỏ. c. Hệ số khuếch đại dòng lớn hơn1. d. Tất cả các yếu tố trên.	□	□	□	□
4.13	Trong thực tế mạch khuếch đại Darlington có mấy cách mắc? a. Một cách mắc. b. Hai cách mắc. c. Ba cách mắc. d. Bốn cách mắc.	□	□	□	□
4.14	Mạch khuếch đại Darlington được dùng làm gì? a. Khuếch đại ngõ vào. b. Khuếch đại ngõ ra. c. Khuếch đại trung gian.	□	□	□	□

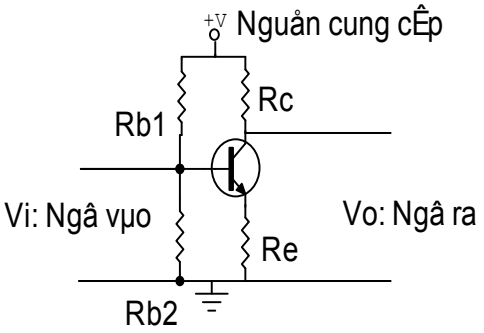
	d. Tùy vào yêu cầu của mạch điện.				
4.15	Mạch khuếch đại vi sai có tính chất gì? a. Khuếch đại trực tiếp tín hiệu vào. b. Khuếch đại sai lệch giữa hai tín hiệu vào. c. Khuếch đại tín hiệu bất kỳ. d. Tất cả đều sai.	□	□	□	□
4.16	Thế nào là mạch khuếch đại công suất? a. Là tầng cuối cùng của bộ khuếch đại. b. Cho ra tải công suất lớn nhất có thể. c. Có độ méo hài nhỏ và công suất lớn nhất. d. Tất cả các yếu tố trên.	□	□	□	□
4.17	Thế nào là mạch khuếch đại chế độ A? a. Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ của tín hiệu. b. Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu. c. Là chế độ khuếch đại ra nhỏ hơn nửa tín hiệu sin. d. Mạch làm việc như một khóa điện tử đóng mở.	□	□	□	□
4.18	Thế nào là mạch khuếch đại chế độ B? a. Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ của tín hiệu. b. Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu. c. Là chế độ khuếch đại ra nhỏ hơn nửa tín hiệu sin. d. Mạch làm việc như một khóa điện tử đóng mở.	□	□	□	□
4.19	Thế nào là mạch khuếch đại chế độ C? a. Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ của tín hiệu. b. Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu. c. Là chế độ khuếch đại ra nhỏ hơn nửa tín hiệu sin. d. Mạch làm việc như một khóa điện tử đóng mở.	□	□	□	□
4.20	Thế nào là mạch khuếch đại chế độ D? a. Là chế độ khuếch đại cả hai bán kỳ của tín hiệu. b. Là chế độ khuếch đại một bán kỳ của tín hiệu. c. Là chế độ khuếch đại ra nhỏ hơn nửa tín hiệu sin d. Mạch làm việc như một khóa điện tử đóng mở.	□	□	□	□

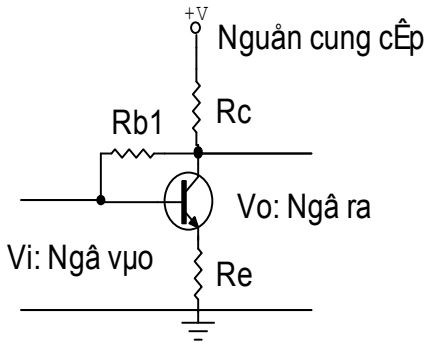
Các bài thực hành

Bài thực hành 1: Thực hành lắp ráp mạch cực E chung (E-C)

1.1.Lắp ráp mạch:

Mạch khuếch đại mắc theo kiểu E-C: Theo sơ đồ mạch điện





Rc = 1KΩ

Re = 100Ω

Rb1 = 22KΩ

Rb2 = 1,8KΩ

Rc = 1KΩ

Re = 100Ω

Rb1 = 220KΩ

1.2. Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 - 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

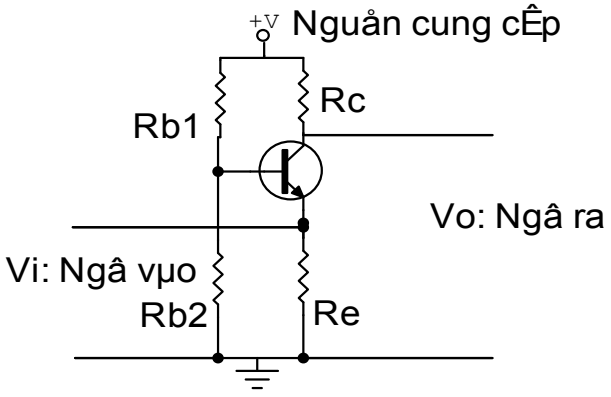
1.3.Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.

1.4.Lần lượt giữ nguồ ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.

1.5.Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 2: Thực hành lắp ráp mạch cực B chung (B-C)

2.1. Mạch mắc theo kiểu B-C: Theo sơ đồ mạch điện



$R_c = 1K\Omega$ $R_{b1} = 22K\Omega$

$R_e = 100\Omega$ $R_{b2} = 1,8K\Omega$

2.2. Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 – 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

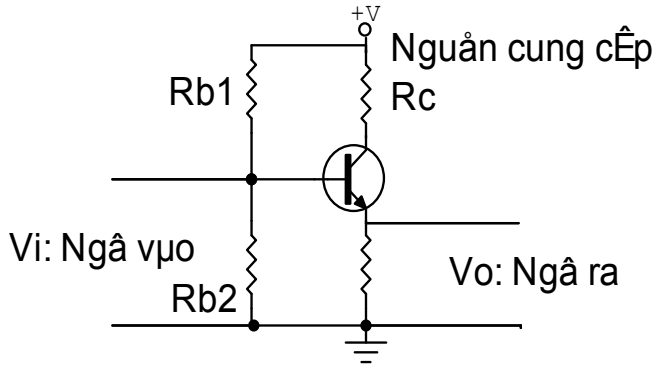
2.3. Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.

2.4. Lần lượt giữ nguồ ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.

2.5. Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 3: Thực hành lắp ráp mạch cực C chung (C-C)

3.1. Mắc mach theo kểu C-C: Theo sơ đồ mạch điện



$R_e = 1K\Omega$ $R_{b1} = 22K\Omega$

$R_c = 100\Omega$ $R_{b2} = 1,8K\Omega$

3.2. Cho nguồn cung cấp điều chỉnh được từ 3 – 12 v vào mạch điện tăng dần điện áp, ghi lại số liệu và cho nhận xét về mối tương quan giữa các yếu tố:

Điện áp	3v	4v	5v	6v	7v	8v	9v	10v	11v	12v
Vc										
Vb										

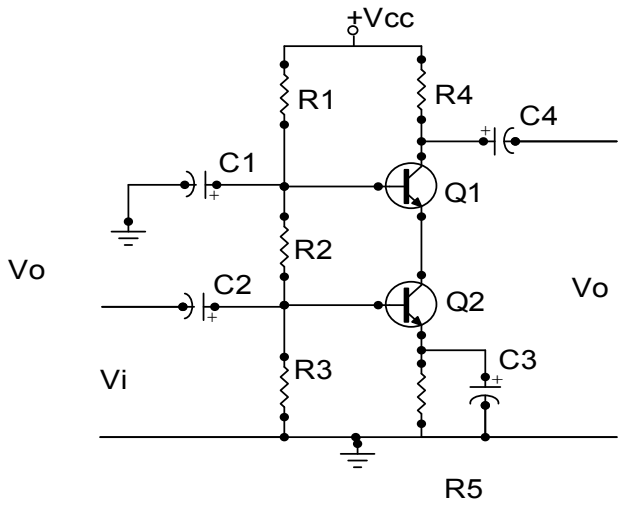
3.3. Cho tín hiệu hình sin ngõ vào 1vpp. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra khi tăng nguồn và cho nhận xét.

3.4. Lần lượt giữ nguồn ở 3 mức 3v, 6v, 12v tăng dần biên độ tín hiệu ngõ vào đến 3vpp quan sát dạng sóng và cho nhận xét.

3.5. Thực hiện tính hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp trong các trường hợp.

Bài thực hành 4: Thực hành lắp ráp mạch Cascode

4.1. Lắp ráp mạch:



R_1 = 22KΩ, R_2 = 10KΩ, R_3 = 1,8 KΩ,

C_1 = .047/ 50v; C_2 = C_3 = C_4 = 10àF/ 50v

4.2. Khảo sát mạch điện:

Cấp nguồn cho mạch điện 12vdc. Đo điện áp phân cực ở các chân B, C, E của các tranzito để ghi lại số liệu ở trạng thái phân cực tĩnh.

Cho tín hiệu ngõ vào dạng sin có biên độ 2vpp quan sát dạng sóng ngõ vào và ngõ ra và cho nhận xét.

Dùng VOM đo lại chế độ phân cực để có nhận xét về dạng mạch khi chưa có tín hiệu vào và khi có tín hiệu vào.

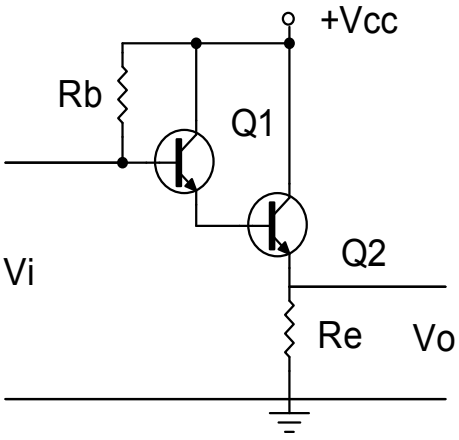
Cho tín hiệu ngõ vào có dạng xung vuông 2vpp tần số 1KHz thực hiện lại công việc và cho nhận xét.

4.3. Xác định hệ số khuếch đại dòng điện và điện áp của mạch điện.

4.4. Thay đổi các giá trị R_1, R_2, R_3, và R_4 cho nhận xét về hệ số khuếch đại tín hiệu.

Bài thực hành 5: Thực hành lắp ráp mạch Darlington

5.1. Mạch khuếch đại Darlington



H×nh 4.9:M¹ ch khuÕch ®¹ i § alington

- Nguồn Vcc = 12v
- Re = 2k2
- Rb = 120k
- Q1,Q2 Dùng C1815

5.2. Thực hiện lắp ráp mạch theo sơ đồ

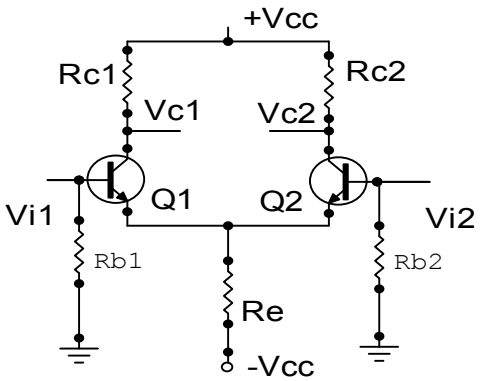
5.3. Dùng đồng hồ VOM đo điện áp ở cá c chân Tranzito và ghi lại số liệu.

5.4. Cho tín hiệu dạng sin 3v AC vào cực B qua điện trở hạn dòng 10k. Quan sát và vẽ dạng sóng ngõ vào và ngõ ra. Giải thích hiện tượng.

5.5. Tính hệ số khuếch đại dòng và áp của mạch điện. Cho nhận xét.

Bài thực hành 6: Thực hành lắp ráp mạch khuếch đại vi sai

6.1. Láp ráp mạch khuếch đại vi sai:



H×nh 4.12: M¹ ch khuÕch ®¹ i vi sai ë chÕ®é mét chiÒu

+ Nguồn Vcc = ± 12v

+ Q1, Q2: C1815

+ Rc1=Rc2 = 10KΩ

+ Re = 1KΩ

+ Rb1= RB2 = 220KΩ

6.2. Thực hiện lắp ráp trên panen chân cắm

6.3. Đo diện áp phân cực trên các chân B và C của tranzito Q1vàQ2 cho nhận xét và giải thích kết qủa đo.

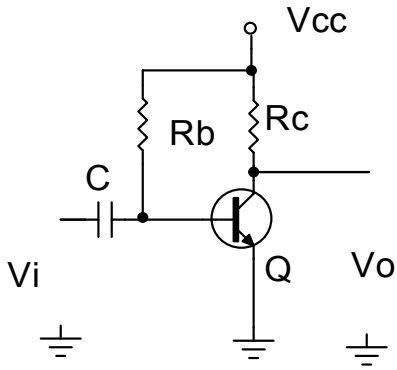
6.4. Cho tín hiệu dạng sin ngõ vào B1 và B2 3Vac /50Hz qua hai điện trở hạn dòng 10KΩ. Quan sát dạng sóng ngõ ra trên C1 và C2. Giải thích hiện tượng.

6.5. Cho tín hiệu ngõ vào ở 01 Cực B và quan sát dạng sóng ngõ ra. Cho nhận xét trong hai trường hợp.

Bài thực hành 7: Thực hành lắp ráp mạchkhuếch đại công suất chế độ A

7.1. Lắp ráp mạch khuếch đại công suát đơn: (chế độ A)

Mạch khuếch đại dùng điện trở như sơ đồ dưới đây:



H×nh 4.15:M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt chÕ®é A
t¶i dï ng ®iÖn trë

+ Nguồn Vcc = 12V

+ Rc = 2KΩ + C = 0.1õf / 50v

+ Rb = 220KΩ + Q = D401

Đo diện áp phân cực C của tranzito và hiệu chỉnh lại điện trở Rb sao cho điện áp phân cực C = 1/2 Vcc (=6v) Cho tín hiệu ngõ vào dạng sin Vi = 1v/ 50Hz.

Dùng máy hiện sóng đo biên độ ngõ vào và đo biên độ ngõ ra:

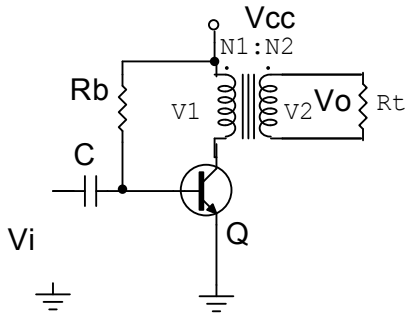
7.2. Tính hệ số kuếch đại của mạch điện (hệ số khuếch đại điện áp)

7.3. Quan sát dạng sóng tín hiệu ngõ vào và ngõ ra cho nhận xét.

7.4. Gắn tải ngõ ra cực C 100Ω qua tu liên lạc 1õf quan sát dạng sóng và nhận xét

Khi tải giảm dần.

Mắc mạch theo sơ đồ dưới đây:



H×nh 4.17:M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt chÕ®é A
t¶i ghÐp biÕn ¸p

Trong sơ đồ mạch điện Điện trở Rc được thay bằng biến áp T có N1=100Ω, N2= 8Ω

Cho tín hiệu dạng sin 1vac.

7.5. Tính hệ số khuếch đại dòng, áp của mạch

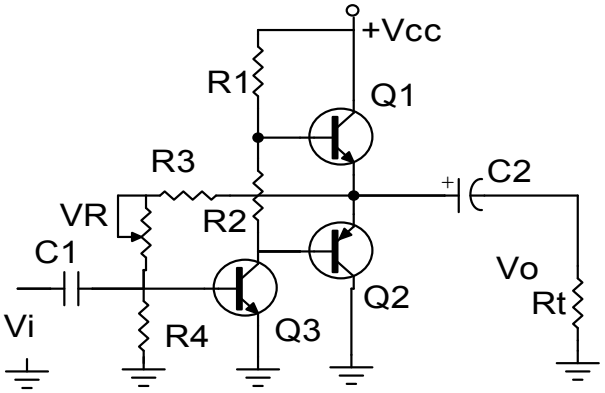
7.6. Quan sát dạng sóng ngõ vào và ra

7.7. Nhận xét tín hiệu ngõ ra trong trươnghf hợp dùng biến áp và không dùng biến áp

Bài thực hành 8: Thực hành lắp ráp mạch công suất chế độ B - C

8.1. Lắp ráp mạch khuếch đại đẩy kéo ghép ra dùng tụ:

Mắc mạch theo sơ đồ dưới đây:



H×nh 4.20: M¹ ch khuÕch ®¹i c«ng suÊt
®Èy kÐo ghÐp tô

+ Nguồn Vcc = 12v

+ Q1,Q2 : cặp Tranzitor hổ bổ đối xứng D468, B562 hoặc tương đương

+ Q3: C945 hoặc C1815

+ R4: 2k2

+ R1: 4k7

+ R2: 470 Ω

+ R3100k Ω

+ Rt: Loa 8 Ω hoặc điện trở R = 10 Ω

+ VR: 100k Ω

+ C1: 10mf

+ C2: 470mf

7.2. Điều chỉnh VR sao cho điện áp ngõ ra = Vcc/2.

7.3. Đo và ghi nhận điện áp trên các chân của tranzito Q1, Q2, Q3.

7.4. Cho tín hiệu ngõ vào có dạng sin 1Khz. Quan sát và vẽ dạng tín hiệu ngõ ra trên các chân.

+ B và C của Q3

+ E của Q1 và Q2

- Chế độ hoạt động của Q1, Q2 .
- Chế độ hoạt động của Q3
- Giải thích nguyên lí hoạt động của toàn mạch

BÀI 4: CÁC MẠCH ỨNG DỤNG DÙNG BJT

Mã bài: 18-04

Giới thiệu:

Ngoài công dụng chính là khuếch đại Tranzito còn có các công dụng khác là tạo ra các nguồn tín hiệu, biến đổi các tín hiệu điều khiển, biến đổi nguồn trong mạch điện như tạo các xung điều khiển, xén tín hiệu, ghim mức tín hiệu, ổn định nguồn điện cung cấp... nhất là trong các mạch điện tử đơn giản.

- Với sự tiến bộ của lĩnh vực vật lý chất rắn, tranzito BJT ngày càng hoạt động được ở tần số cao có tính ổn định.

- Các mạch dùng tranzito BJT chịu va chạm cơ học, do đó được sử dụng rất thuận tiện trong các dây chuyền công nghiệp có rung động cơ học lớn.

- Tranzito BJT ngày càng có tuổi thọ cao nên càng được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử thay thế cho các đèn điện tử chân không.

Với các ưu điểm trên, mạch ứng dụng dùng tranzito BJT được sử dụng rộng rãi trong các dây chuyền công nghiệp và trong đời sống xã hội.

Nghiên cứu các mạch ứng dụng dùng Tranzito là nhiệm vụ quan trọng của người thợ sửa chữa điện tử trong kiểm tra, thay thế các linh kiện và mạch điện tử trong thực tế.

Mục tiêu:

- Lắp được mạch dao động, mạch xén, mạch ghim áp, mạch ổn áp theo sơ đồ bản vẽ cho trước.

- Đo đạc/kiểm tra/sửa chữa được các mạch điện theo yêu cầu kỹ thuật.

- Thiết kế/lắp được các mạch theo yêu cầu kỹ thuật.

- Xác định và thay thế được linh kiện hư hỏng trong mạch điện tử đơn giản.

- Phát huy tính chủ động trong học tập và trong công việc.

Nội dung chính:

1. Mạch dao động

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bầy được nguyên lý hoạt động của các mạch dao động

- Lắp ráp được các mạch dao động đơn giản đạt yêu cầu kỹ thuật

1.1.Mạch dao động đa hài

Trong kỹ thuật, để tạo ra các dao động không sin người ta thường dùng các bộ dao động tích thoát. Về nguyên tắc, bất kỳ một bộ dao động không điều hoà nào cũng được coi là một dao động không sin. Trong các bộ dao động sin ngoài các linh kiện điện tử, trong mạch còn có mạch dao động gồm hai phần tử phản kháng là cuộn dây (L) và tụ điện (C) Trong các bộ dao động tích thoát phần tử

tích trữ năng lượng được nạp điện và sau đó nhờ thiết bị chuyển mạch nó phóng điện đến một mức xác định nào đó rồi lạ được nạp điện. Nếu việc phóng điện được thực hiện qua điện trở thì gần như toàn bộ năng lượng được tích luỹ đều được tiêu hao dưới dạng nhiệt. Như vậy mạch dao động tích thoát thường gồm hai phần tử chính đó là: Cuộn dây (L) và điện trở (R) hoặc tụ điện (C) và điện trở (R). Thông thường mạch dùng R, C là chủ yếu.

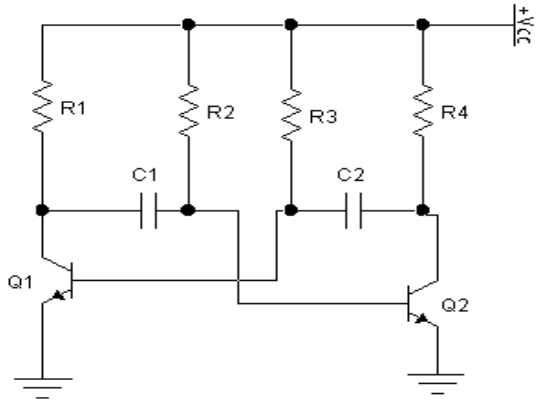
- Mạch dao động đa hài là mạch dao động tích thoát tạo ra các xung vuông. Mạch có thể công tác ở ba chế độ:
  - Chế độ tự dao động gọi là trạng thái tự kích (không ổn)
  - Chế độ đồng bộ (đơn ổn)
  - Chế độ đợi (lưỡng ổn)

1.1.1.Mạch dao động đa hài không ổn

Định nghĩa: Mạch dao động đa hài không ổn là mạch dao động tích thoát dùng R, C tạo ra các xung vuông hoạt động ở chế độ tự dao động.

❖ *Cấu tạo*

Trong mạch dao động đa hài không ổn, người ta thường dùng các tranzito Q_1, Q_2 loại NPN. Các linh kiện trong mạch có những chức năng riêng, góp phần làm cho mạch dao động. Các trị số của các linh kiện R cà C có tác dụng quyết định đến tần số dao động của mạch. Các điện trở R_1, R_3 làm giảm áp và cũng là điện trở tải cấp nguồn cho Q_1, Q_4. Các điện trở R_2, R_3 có tác dụng phân cực cho các tranzito Q_1, Q_2. Các tụ C_1, C_2 có tác dụng liên lạc, đưa tín hiệu xung từ tranzito Q_1 sang tranzito Q_2 và ngược lại. (hình 5-1) minh hoạ cấu tạo của mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito và các linh kiện R và C .



Hình 5-1: Mạch dao động đa hài không ổn

Mạch trên Hình 5.1 có cấu trúc đối xứng: các tranzito cùng thông số và cùng loại (hoặc NPN hoặc PNP), các linh kiện R và C có cùng trị số như nhau.

- Nguyên lý hoạt động

Như đã nêu trên, trong mạch trên Hình 5.1, các nhánh mạch có tranzito Q_1 và Q_2 đối xứng nhau: 2 tranzito cùng thông số và cùng loại NPN, các linh kiện

điện trở và tụ điện tương ứng có cùng trị số: $R_1 = R_4$, $R_2 = R_3$, $C_1 = C_2$. Tuy vậy, trong thực tế, không thể có các tranzito và linh kiện điện trở và tụ điện giống nhau tuyệt đối, vì chúng đều có sai số, cho nên khi cấp nguồn Vcc cho mạch điện, sẽ có một trong hai tranzito dẫn trước hay dẫn mạnh hơn.

Giả sử phân cực cho tranzito Q_1 cao hơn, cực B của tranzito Q_1 có điện áp dương hơn điện áp cực B của tranzito Q_2, Q_1 dẫn trước Q_2, làm cho điện áp tại chân C của Q_1 giảm, tụ C_1 nạp điện từ nguồn qua R_2, C_1 đến Q_1 về âm nguồn, làm cho cực B của Q_2 giảm xuống, Q_2 nhanh chóng ngưng dẫn. Trong khi đó, dòng I_{B1} tăng cao dẫn đến Q_1 dẫn bảo hòa. Đến khi tụ C_1 nạp đầy, điện áp dương trên chân tụ tăng điện áp cho cực B của Q_2, Q_2 chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện, trong khi đó, tụ C_2 được nạp điện từ nguồn qua R_3 đến Q_2 về âm nguồn, làm điện áp tại chân B của Q_1 giảm thấp, Q_1 từ trạng thái dẫn sang trạng thái ngưng dẫn. Tụ C_1 xả điện qua mối nối B-E của Q_2 làm cho dòng I_{B2} tăng cao làm cho tranzito Q_2 dẫn bão hoà. Đến khi tụ C_2 nạp đầy, quá trình diễn ra ngược lại.

Trên cực C của 2 tranzito Q_1 và Q_2 xuất hiện các xung hình vuông, chu kỳ T được tính bằng thời gian tụ nạp điện và xả điện trên mạch.

$$T = (t_1 + t_2) = 0{,}69\ (R_2 . C_1 + R_3 . C_2) \qquad (5.1)$$

Do mạch đối xứng, ta có:

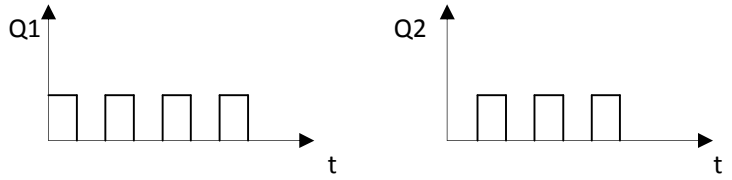
$$T = 2 \times 0{,}69 . R_2 . C_1 = 1{,}4 . R_3 . C_2 \qquad (5.2)$$

Trong đó:

t_1, t_2: thời gian nạp và xả điện trên mạch

R_1, R_3: điện trở phân cực B cho tranzito Q_1 và Q_2

C_1, C_2: tụ liên lạc, còn gọi là tụ hồi tiếp xung dao động



Hình 5-2: Dạng xung trên các tranzito Q_1 và Q_2 theo thời gian

Từ đó, ta có công thức tính tần số xung như sau:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}69\ (R_2 . C_1 + R_3 . C_2)} \qquad (5\text{-}3)$$

$$f = \frac{1}{T} \approx \frac{1}{1{,}4\ (R_B . C)} \qquad (5\text{-}4)$$

Ngày nay, công nghệ chế tạo IC rất phát triển, nên việc lắp ráp mạch dao động, ngoài việc dùng tranzito, người ta còn hay dùng IC 555 hoặc IC số. Tuy vậy, chúng ta cần nắm vững cấu tạo và hoạt động của mạch dao động đa hài dùng tranzito, để vận dụng kiến thức khi sửa chữa mạch trong các thiết bị.

1.1.2.Mạch dao động đa hài đơn ổn

❖ Cấu tạo

Để dễ dàng phân biệt giữa mạch dao động đa hài không ổn và dao đông đa hài đơn ổn, người học cần chú ý cách mắc các linh kiện trên mạch.

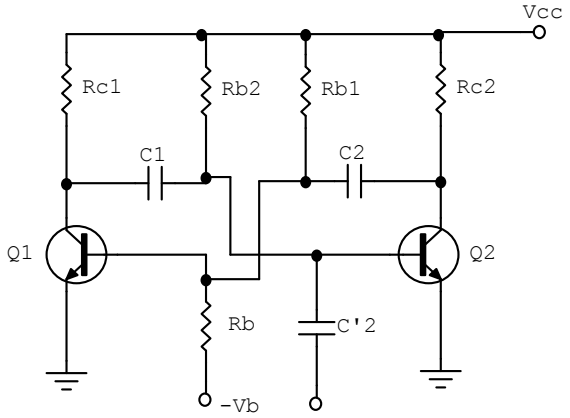
+ Mạch dao động đa hài đơn ổn cũng có 2 trạng thái dẫn bão hòa và trạng thái ngưng dẫn nhưng có một trạng thái ổn định và một trạng thái không ổn định.

+ Ở trang thái bình thường, khi điện áp cấp nguồn, mạch sẽ giữ trạng thái này nếu không có sự tác động từ bên ngoài. Khi ngõ vào nhận một xung kích thích thì ngõ ra sẽ nhận được một xung có độ rộng tùy thuộc vào tham số của mạch và tham số này có thể định trước, nên mạch còn được gọi là mạch định thời, sau thời gian xung ra mạch sẽ tự trở về trạng thái ban đầu.

❖ Nguyên lí hoạt động của mạch (hình 5-3)

❖ Khi cấp nguồn cho mạch:

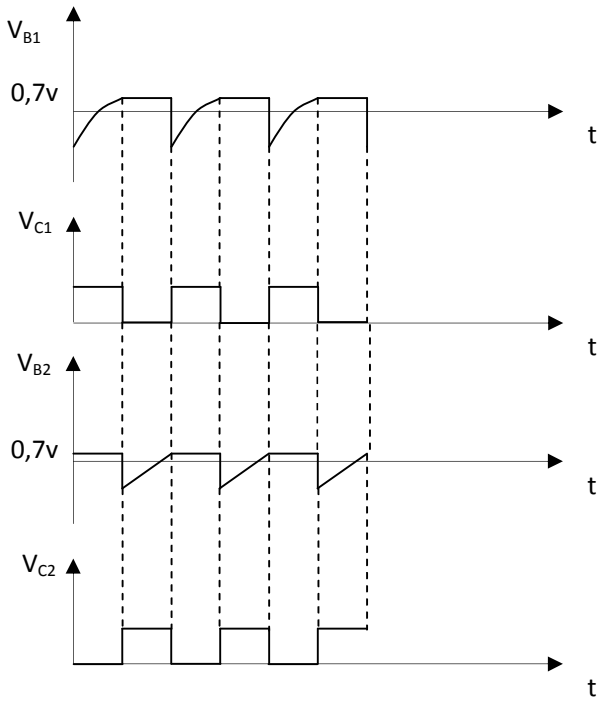
V_{cc} cấp dòng qua điện trở R_{b2} làm cho điện áp tại cực B của Q_2 tăng cao hơn 0,6V dẫn điện bão hòa điện áp trên cực C của $Q_2 \approx 0V$. Đồng thời điện trở R_b nhận điện áp âm $-V_B$ đặt vào cực B tranzito Q_1 cùng với điện áp Vcc lấy từ điện trở R_{b1} làm cho cực B tranzito Q_1 có giá trị nhỏ hơn 0,3v tranzito Q_1 ngưng dẫn, điện áp trên cực C của Q_1 tăng cao $\approx V_{cc}$.tụ C_1 được nạp điện từ nguồn qua điện trở Rc_1 qua mối nối BE của Q_2 . Mạch giữ nguyên trạng thái này nếu không có xung âm tác động từ bên ngoài vào cực B Tranzito Q_2 qua tụ C_2.



Hình 5-3: Mạch dao động đa hài đơn ổn

- Khi có xung âm tác động vào cực B của Tranzito Q_2 làm cho Q_2 từ trạng thái dẫn bão hoà chuyển sang trạng thái ngưng dẫn, điện áp tại cực C Q_2 tăng cao, qua tụ liên lạc C_2 làm cho điện áp phân cực BQ_1 tăng cao làm cho Q_1 từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái, lúc này tụ C_1 xả điện qua Q_1 làm cho điện áp phân cực B của Q_2 càng giảm, tranzito Q_2 chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái ngưng dẫn, lúc này điện thế tại cực C của Q_2 tăng cao qua tụ C_2 làm cho điện áp tại cực B của Q_1 tăng, tranzito Q_1 dẫn bão hoà. Mạch được chuyển trang thái Q_1 dẫn bão hoà.

- Khi chấm dứt xung kích vào cực B của Q_2, tụ C_1 nạp điện nhanh từ R_{c1} qua tiếp giáp BEQ_2, làm cho điện áp tại cực BQ_2 tăng cao Q_2 nhanh chóng chuyển trạng thái từ ngưng dẫn sang trạng thái dẫn bão hoà, còn Q_1 chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái ngưng dẫn trở về trạng thái ban đầu.



Hình 5-4: Dạng sóng ở các chân ra của mạch ở (hình 5-3)

❖ Điều kiện làm việc của mạch đơn ổn:

a) Chế độ phân cực: Đảm bảo sao cho tranzito dẫn phải dẫn bão hòa và trong sơ đồ (Hình 5.3) Q_2 phải dẫn bão hòa nên:

$$I_{c2} = \frac{Vcc - Vcesat}{Rc2} \approx \frac{Vcc}{Rc2} \qquad \text{với } (V_{CE\ sat} \approx 0{,}2v) \qquad (5\text{-}5)$$

$$I_{B2} = \frac{Vcc - Vbesat}{Rb2} \approx \frac{Vcc}{Rb2} \qquad \text{với } (V_{be\ sat} \approx 0{,}7v) \qquad (5\text{-}6)$$

$$I_{B2} > \frac{Ic2}{\beta sat} \approx \frac{Ic2}{\beta sat} \quad \text{thường chọn } I_{B2} = k\ \frac{Ic2}{\beta sat}.$$

(k là hệ số bão hòa sâu và $k = 2 \div 4$)

b) Thời gian phân cách: là khoảng thời gian nhỏ nhất cho phép giữa 2 xung kích mở. Mạch dao động đa hài đơn ổn có thể làm việc được. Nếu các xung kích thích liên tiếp có thời gian quá ngắn sẽ làm cho mạch dao động không làm việc được trong trường hợp này người ta nói mạch bị nghẽn.

Nếu gọi: T_i: là thời gian lặp lại xung kích

T_x: là thời gian xung

T_h: là thời gian phục hồi

Ta có: $T_i > T_x + T_h$ (5-7)

❖ Các thông số kỹ thuật cơ bản của mạch

- *Độ rộng xung* là thời gian tạo xung ở ngõ ra mạch có xung kích thích, phụ thuộc chủ yếu vào tụ hồi tiếp và điện trở phân cực R_{b2}.

Ta có công thức sau:

$$t_x = 0{,}69\ R_{b2}.C_1 \qquad (5\text{-}8)$$

- *Thời gian hồi phục* là thời gian mạch chuyển từ trạng thái xung trở về trạng thái ban đầu, phụ thuộc chủ yếu vào thời gian nạp điện qua tụ.

Vì trong thực tế sau khi hết thời gian xung mạch không trở về trạng thái ban đầu ngay do tụ C_1 nạp điện qua R_{c1} tăng theo công thức

$$\tau_{nạp} = R_{c1}.C_1 \qquad (5\text{-}9)$$

Tụ nạp đầy trong thời gian 5τ, nhưng thường chỉ tính $T_h = 4.R_{c1}$

Độ rộng xung $t = t_x + t_h$ (5-10)

- Biên độ xung ra:

Ở trạng thái ổn định, Q_1 ngưng dẫn, Q_2 bão hòa nên ta có:

$$V_{c1} \approx V_{cc}$$

$$V_{c2} = V_{ce\ sat} \approx 0{,}2\ v$$

$$V_{c2} = V_{cc}\frac{Rb2}{Rc1 + Rb2} = V_x$$

Như vậy, biên độ xung vuông âm do Q_1 tạo ra:

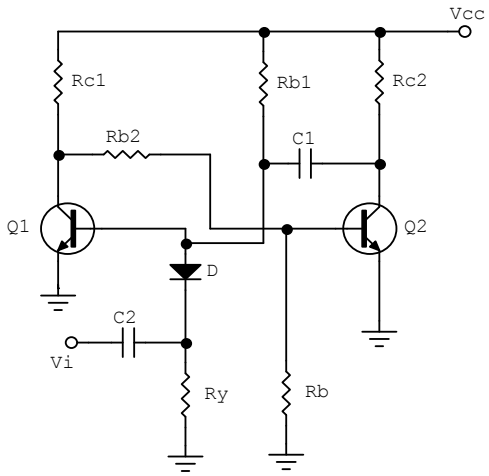
$$V_1 = V_{cc} - 0{,}2v \approx V_{cc}$$

và biên độ xung vuông dương do Q_2 tạo ra:

$$V_2 = V_x - 0{,}2v \approx V_x$$

❖ Một số mạch dao động đa hài đơn ổn khác

a) Mạch dao động đa hài đơn ổn dùng một nguồn (hình 5-5)

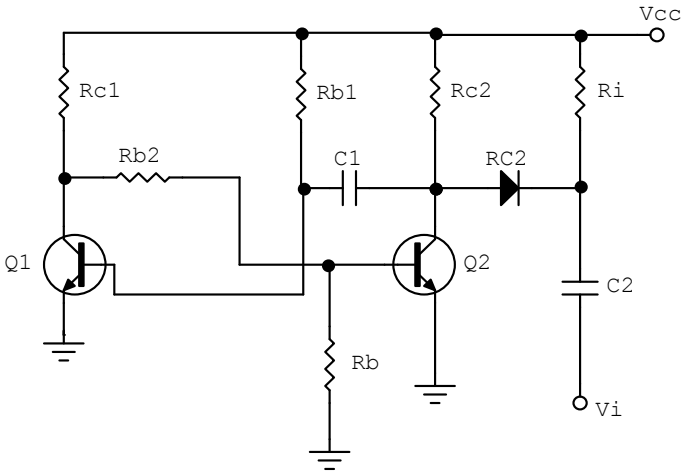


Hình 5-5. Mạch đa hài đơn ổn dùng một nguồn

Trong mạch không dùng nguồn $-V_B$, điện trở R_B nối vỏ máy nên R_B được chọn có trị số nhỏ hơn. Tuy nhiên, do không có nguồn $-V_B$ nên dòng phân cực I_B nhỏ, độ nhậy tranzito tăng, nên khả năng chống nhiễu thấp. Điôt D cắt bỏ xung dương kích thích đặt vào.

Điện trở R_i dùng để thoát dòng xả của tụ liên lạc tín hiệu ngõ vào V_i.

b) Mạch đơn ổn có xung kích vào cực C (hình 5-6)

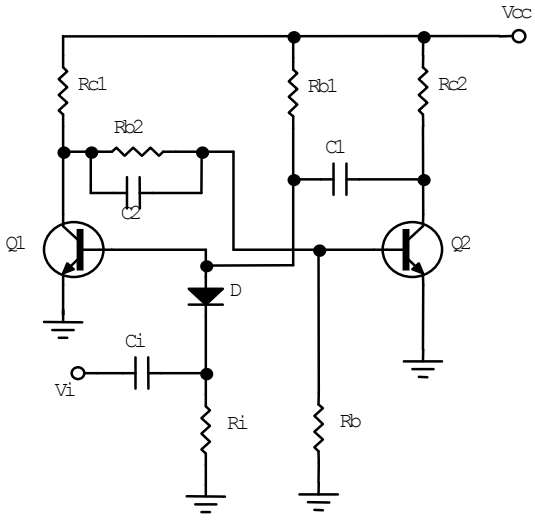


Hình 5-6. Một dạng khác mạch đa hài đơn ổn

Trong mạch, Q_2 là tranzito ở trạng thái bình thường không dẫn, xung âm đặt vào cực C của Q_2 qua điôt D làm chuyển trạng thái làm việc của mạch bằng cách làm cho điện áp tại cực C của tranzito Q_2 giảm thấp.

Dạng mạch này có khả năng kháng nhiễu tốt hơn, tuy nhiên xung kích thích phải có biên độ đủ lớn để làm cho điôt D phân cực thuận sâu và điôt D phải dùng loại điôt có điện áp phân cực thuận V_{AK} nhỏ khoảng 0,2V ÷ 0,4V, có như vậy mạch làm việc mới có hiệu quả tốt.

c) Mạch đơn ổn dùng tụ gia tốc (hình 5-7)



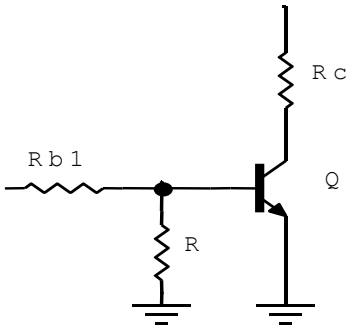
Hình 5-7. Mạch đơn ổn dùng tụ gia tốc

Để chuyển nhanh trạng thái Q_2 từ ngưng dẫn sang bão hòa, tụ C_2 mắc song song với mạch để ở khoảng thời gian Q_1 xuất hiện xung tụ C_2 xem như nối tắt tín hiệu truyền thẳng về cực B của Q_2 tức thời làm cho Q_2 chuyển trạng thái nhanh, nên tụ C_2 gọi là tụ gia tốc.

1.1.3. Mạch dao động đa hài lưỡng ổn:

* Cấu tạo:

Xét một mạch đảo pha như (hình 5-8)

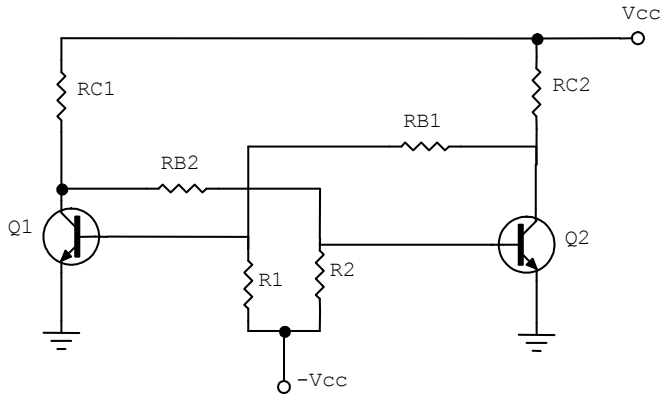


Hình 5-8. Mạch đảo pha

Trong mạch tranzito Q được phân cực sâu trong vùng ngưng dẫn nhờ điện trở R nối xuống mass do đó phân cực V_{BE}= 0V, nên đóng vai trò như một công tắc đóng mở.

Khi có xung dương đặt vào cực B của transisstor thì ở ngõ ra ta được một xung âm ngược pha với ngõ vào, mạch được gọi là mạch đảo pha

Khi mắc một mạch gồm 2 tranzito như (hình 5-9). Mạch được gọi là mạch đa hài lưỡng ổn hay FLIP-FLOP Ký hiệu là (F.F)



Hình 5-9. Mạch dao động đa hài lưỡng ổn FF

Trên hai hình a và b mạch điện hoàn toàn giống nhau, chỉ khác nhau ở cách vẽ.

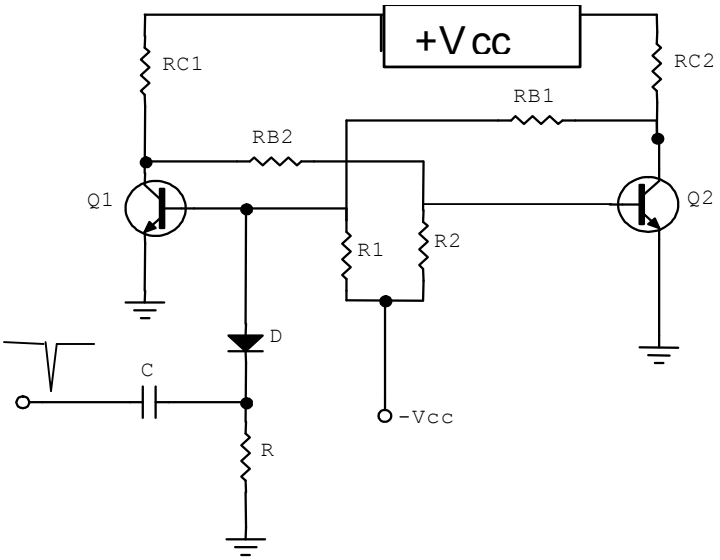
* Nguyên lí hoạt động

Hai mạch Q_1 và Q_2 được mắc linh kiện cân xứng nhau

$R_{c1} = R_{c2}$ $R_1 = R_2$

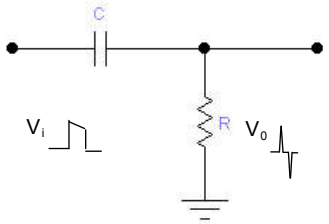
$R_{B1} = R_{B2}$ Q_1 và Q_2: cùng loại

Khi thông điện do đặc tính của linh kiện trong mạch không hoàn toàn giống nhau tuyệt đối nên sẽ có một tranzito dẫn trước. Giả sử Q_1 dẫn trước cực C của Q_1 giảm qua R_{B2} làm cho điện áp tại cực B của Q_2 giảm dần làm cho điện áp cực C Q_2 tăng qua R_{B1} làm cho điện áp tại cực B Q_1 tăng cao Q_1 dẫn bão hòa Vc Q_2 ≈ 0 qua R_{B2} điện áp tại cực B Q_2 có giá trị âm Q_2 ngưng dẫn , điện áp tại cực C Q_2 Vc = Vcc. Mạch sẽ giữ nguyên trạng thái này nếu không có sự tác động từ bên ngoài. Bằng cách tác động xung âm vào tranzito đang dẫn bão hòa như (hình 5-10)



Hình 5-10. Mạch dao động đa hài lưỡng ổn nhận xung tác động

Tụ C và điện trở R làm thành một mạch vi phân tạo ra 2 xung nhọn âm và dương từ xung vuông (hình 5-11)



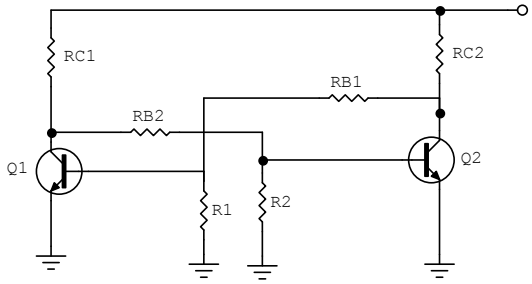
Hình 5-11. Mạch vi phân

Diode cắt bỏ phần xung dương do bị phân cực ngược.Phần xung âm diode được phân cực thuận đặt xung âm vào cực B của tranzito Q_1, lúc này điện áp tại cực B giảm thấp Q_1 ngưng dẫn điện áp tại cực C Q_1 (V_{c1}) tăng cao qua điện trở R_{B2} điện áp tại cực B của Q_2 tăng cao tranzito Q_2 dẫn bão hòa điện áp tại cực C của Q_2 (V_{c2}) giảm thấp ≈ 0^v qua điện trở R_{B1} điện áp đặt lên cực B của Q_1có giá trị âm Q_1 ngưng dẫn hoàn toàn dù đã chấm dứt thời gian xung âm tác động. mạch giữ nguyên trạng thái này

Như vậy: Mạch luôn giữ nguyên trạng thái khi không có xung tác động và khi đổi trạng thái thì trạng thái mới được xác lập và giữ ổn định. Do đó mạch còn được gọi là mạch lật

**Một số điểm cần lưu ý:*

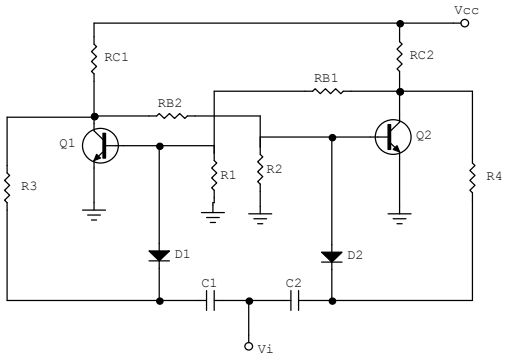
- Để đơn giản trong thiết kế người ta có thể không dùng nguồn -Vcc gọi là mạch dùng nguồn đơn hay một nguồn như (hình 5-12).



Hình 5-12. Mạch FF dùng nguồn đơn

Các điện trở R_1, R_2 được mắc xuống mass, tuy nhiên ở dạng mạch này do dòng phân cực thấp nên dễ bị nhiễu.

- Để mạch có thể chuyển trạng thái được liên tục từ một nguồn tín hiệu điều khiển từ bên ngoài mạch có thể được thiết kế theo (hình 5-13)



Hình 5-13. Mạch chuyển trạng thái liên tục từ xung kích bên ngoài

Trong mạch để xung tác động từ bên ngoài chỉ tác động vào tranzito đang dẫn thì 2 diode D_1 và D_2 được phân cực bằng 2 điện trở R_3 và R_4. ở tranzito dẫn bão hòa $Vc \approx 0^V$ nên điện áp phân cực ngược cho diode thấp,vì thế nên khi có xung âm tác động diode dễ dàng bị phân cực thuận, Ở tranzito không dẫn Vc = Vcc nên điện áp phân cực ngược cho diode rất cao. Do đó khi xung âm đến không đủ để phân cực thuận cho diode

Mạch R_3C_1 và R_4C_2 vẫn được xem là mạch vi phân có thềm phân cực phụ thuộc Vc của tranzito.

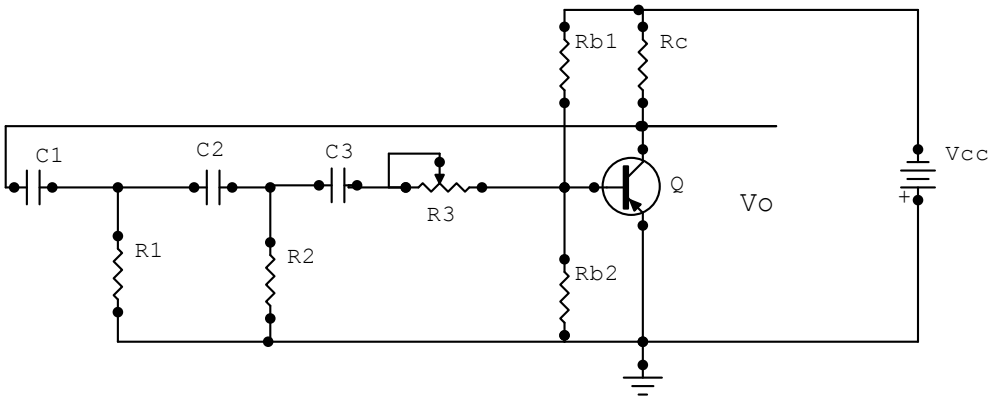
- Để chuyển trạng thái làm việc của mạch được tốt xung tác động phải có biên độ thay đổi phân cực và thời gian đủ lâu cho tranzito chuyển trạng thái làm việc.

- Để mạch chuyển trạng thái tốt tốc độ làm việc nhanh nên chọn nguồn có mức điện áp làm việc thấp nhưng vẫn phải đảm bảo yêu cầu của tải

1.2. Mạch dao động dịch pha (hình 5-14)

Điểm chính là mạch được mắc theo kiểu E chung. Sự hồi tiếp từ cực C đến cực B qua các linh kiện C_1, C_2, C_3, R_1, R_2,R_3 nối tiếp với đầu vào. Điện trở R_3 có tác dụng biến đổi tần số của mạch dao động. Đối với mỗi mạch dich pha RC để tạo ra sự dịch pha 60^0 thì $C_1=C_2=C_3$ Và $R_1=R_2=R_3$. Tần số của mạch dao động f_o được tính:

$$f_o = \frac{1}{2\pi.C_1.\sqrt{6R_1^2.4R_1.R_c}} \qquad (5\text{-}11)$$



Hình 5-14. Mạch dao động dịch pha

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn Qua cầu chia thế Rb1 và Rb2 Q dẫn điện, điện áp trên cực C của Tranzito Q giảm được đưa trở về qua mạch hồi tiếp C_1,C_2, C_3 và R_1, R_2, R_3 và được di pha một góc 180^0 nên có biên độ tăng cùng chiều với ngõ vào (Hồi tiếp dương). Tranzito tiếp tục dẫn mạnh đến khi dẫn bão hoà thì các tụ xả điện làm cho điện áp tại cực B Tranzito giảm thấp, tranzito chuyển sang trạng thái ngưng dẫn đến khi xả hết điện, điện áp tại cực B tăng lên hình thành chu kỳ dẫn điện mới. Hình thành xung tín hiệu ở ngõ ra. Điểm quan trọng cần ghi nhớ là đường vòng hồi tiếp phải thoả mãn điều kiện là pha của tín hiệu ngõ ra qua mạch di pha phải lệch một góc 180^0, nếu không thoả mãn điều kiện này thì mạch không thể dao động được, hoặc dạng tín hiệu ngõ ra sẽ bị biến dạng không đối xứng.

Mạch thường được dùng để tạo xung có tần số điều chỉnh như mạch dao động dọc trong kỹ thuật truyền hình, do mạch làm việc kém ổn định khi nguồn cung cấp không ổn định hoặc độ ẩm môi trường thay đổi nên ít được sử dụng trong điện tử công nghiệp và các thiết bị cần độ ổn định cao về tần số.

1.3. Mạch dao động hình sin

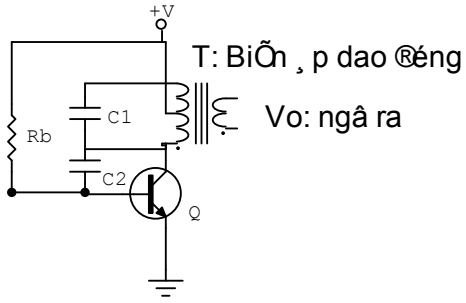
Dao động hình sin có ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực điện tử, chúng cung cấp nguồn tín hiệu cho các mạch điện tử trong quá trình làm việc. Có nhiều kiểu dao động hình sin khác nhau nhưng tất cả đều phải chứa hai thành phần cơ bản sau:

- *Bộ xác định tần số*: Nó có thể là một mạch cộng hưởng L-C hay một mạch R-C. Mạch cộng hưởng là sự kết hợp giữa điện cảm và tụ điện, tần số của mạch dao động chính là tần số của cộng hưởng riêng của mạch L-C. Mạch R-C không cộng hưởng tự nhiên nhưng sự dịch pha của mạch này được sử dụng để xác định tần số của mạch dao động.

- *Bộ duy trì:* có nhiệm vụ cung cấp năng lượng bổ xung đến bộ cộng hưởng để duy trì dao động. Bộ phận này bản thân nó phải có một nguồn cung cấp Vdc, thường là linh kiện tích cực như tranzito nó dẫn các xung điện đều đặn đến các mạch cộng hưởng để bổ xung năng lượng, phải đảm bảo độ dịch pha và độ lợi vừa đủ để bù cho sự suy giảm năng lượng trong mạch.

1.3.1. Mạch dao động L-C:

a. Mạch dao động ba điểm điện cảm (Hartley) (hình 5-15)

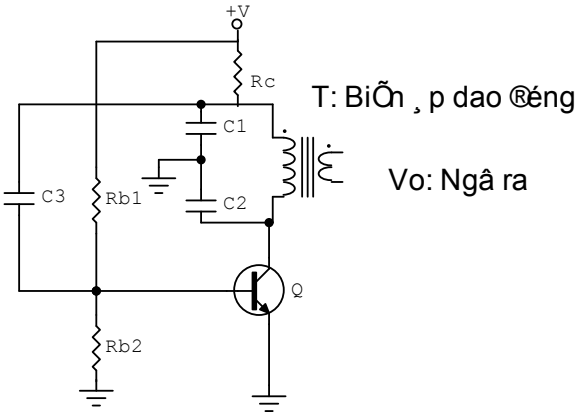


Hình 5-15. Mạch dao động hình sin ba điểm điện cảm

Trên sơ đồ mạch được mắc theo kiểu E-C, với cuộn dây có điểm giữa, cuộn dây và tụ C1 tạo thành một khung cộng hưởng quyết định tần số dao động của mạch. tụ C2 làm nhiệm vụ hồi tiếp dương tín hiệu về cực B của tranzito để duy trì dao động. Mạch được phân cực bởi điện trở Rb.

Tín hiệu hồi tiếp được lấy trên nhánh của cuộn cảm nên được gọi là mạch dao động ba điểm điện cảm (hertlay)

b. Mạch dao động ba điểm điện dung(Colpitts) (hình 5-16)

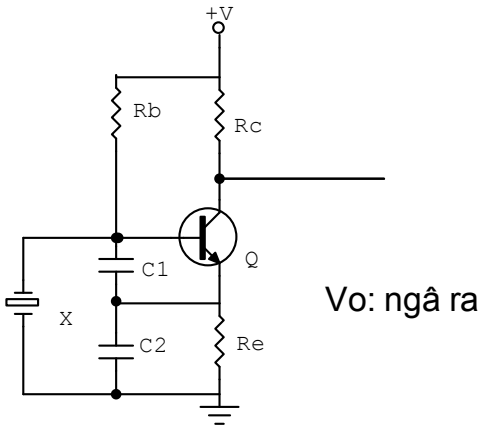


Hình 5-16. Mạch dao động ba điểm điện dung

Trên sơ đồ mạch được mắc theo kiểu E-C với cuộn dây không có điểm giữa, khung cộng hưởng gồm cuộn dây mắc song song với hai tụ C1, C2 mắc nối tiếp nhau, tụ C3 làm nhiệm vụ hồi tiếp dương tín hiệu về cực B của tranzito Q để duy trì dao động, mạch được phân cực bởi cầu chia thế Rb1 và Rb2. Tín hiệu ngõ ra được lấy trên cuộn thứ cấp của biến áp dao động. trong thực tế để điều chỉnh tần số dao động của mạch người ta có thể điều chỉnh phạm vi hẹp bằng cách thay đổi điện áp phân cực B của Tranzito và điều chỉnh phạm vi lớn bằng cách thay đổi hệ số tự cảm của cuộn dây bằng lõi chỉnh đặt trong cuộn dây thay cho lõi cố định.

1.3.2. Mạch dao động thạch anh (hình 5-17)

Thạch anh còn được gọi là gốm áp điện, chúng có tần số cộng hưởng tự nhiên phụ thuộc vào kích thước và hình dạng của phần tử gốm dùng làm linh kiện nên chúng có hệ số phẩm chất rất cao, độ rộng băng tần hẹp, nhờ vậy độ chính xác của mạch rất cao. Dao động thạch anh được ứng dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử có độ chính xác cao về mặt tần số như tạo nguồn sóng mang của các thiết bị phát, xung đồng hồ trong các hệ thống vi xử lí...



Hình 5-17. Mạch dao động dùng thạch anh

Nhiệm vụ các linh kiện trong mạch như sau:

Q: tranzito dao động

R_c: Điện trở tải lấy tín hiệu ngõ ra

R_e: Điện trở ổn định nhiệt và lấy tín hiệu hồi tiếp

C_1, C_2: Cầu chia thế dùng tụ để lấy tín hiệu hồi tiếp về cực B

R_b: Điện trở phân cực B cho tranzito Q

X: thạch anh dao động

+V: Nguồn cung cấp cho mạch

Hoạt động của mạch như sau: Khi được cấp nguồn điện áp phân cực B cho tranzito Q đồng thời nạp điện cho thạch anh và hai tụ C1 và C2 Làm cho điện áp tại cực B giảm thấp, đến khi mạch nạp đầy điện áp tại cực B tăng cao qua vòng hồi tiếp dương C1, C2 điện áp tại cực B tiếp tục tăng đến khi Tranzito dẫn điện

báo hoà mạch bắt đầu xả điện qua tiếp giáp BE của tranzito làm cho điện áp tại cực B của tranzito giảm đến khi mạch xả hết điện bắt đầu lại một chu kỳ mới của tín hiệu. Tần số của mạch được xác định bởi tần số của thạch anh, dạng tín hiệu ngõ ra có dạng hình sin do đó để tạo ra các tín hiệu có dạng xung số cho các mạch điều khiển các tín hiệu xung được đưa đến các mạch dao động đa hài lưỡng ổn (FF) để sửa dạng tín hiệu.

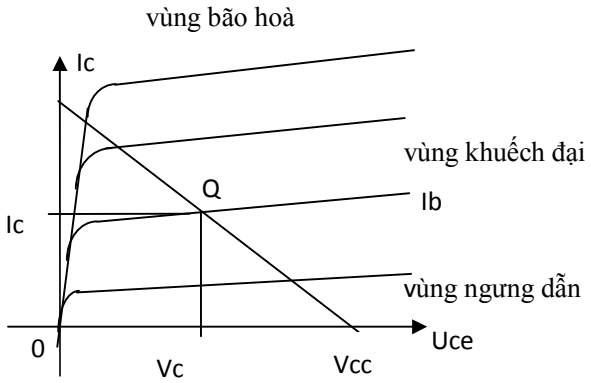
2. Mạch xén

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bầy được nguyên lý hoạt động của các mạch xén dùng tranzitor

- Trình bầy được các ứng dụng của mạch xén

Mạch xén còn được gọi là mạch cắt ngọn tín hiệu nhằm mục đích sửa dạng, giới hạn mức biên độ tín hiệu nên được dùng rất phổ biến trong các mạch điều khiển và xử lí tín hiệu điều khiển. Mạch xén có thể dùng Điot hoặc tranzito và tuỳ theo nhu cầu của mạch điện mà có thể xén trên, xén dưới, hoặc xén ở hai mức độc lập. Trong bài này chỉ giới thiệu các mạch xén dùng tranzito. Mức xén được xác lập dựa trên chế độ phân cực của Tranzito. (hình 5-18)



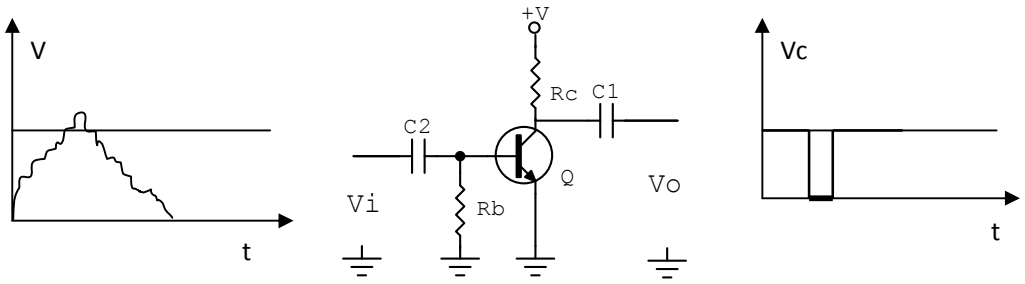
Hình 5-18. Đặc tuyến làm việc của tranzito

Do tính chất làm việc của tranzito khi biên độ tín hiệu ngõ vào của mạch nằm dưới mức phân cực làm việc thì tranzito không dẫn nên tín hiệu bị xén, ngược lại khi tín hiệu ngõ vào vượt qua mức ngưỡng thì tranzito bị dẫn bão hoà tín hiệu cũng bị xén. Lợi dụng tính chất này mà người ta thiết kế nên các mạch xén dùng trazitor, gồm mạch xén trên, mạch xén dưới hoặc xén ở hai mức độc lập.

2.1. Mạch xén trên, xén dưới

Mạch có công dụng cắt bỏ phần trên hay phần dưới của tín hiệu ngõ vào thường dùng để tách lấy tín hiệu riêng trong tín hiệu chung của nhiều thành phần tín hiệu khác nhau được điều chế dưới dạng biên độ hoặc dùng để sửa dạng tín hiệu, ở dạng mạch này Tranzito được phân cực tĩnh ở chế độ AB,B, C, hoặc D nằm nghiêng sang vùng ngưng dẫn, tuỳ vào mức tín hiệu cần xén. (hình 5-19) Là mạch dùng để tách tín hiệu đồng bộ trong tín hiệu hình hỗn hợp trong kỹ

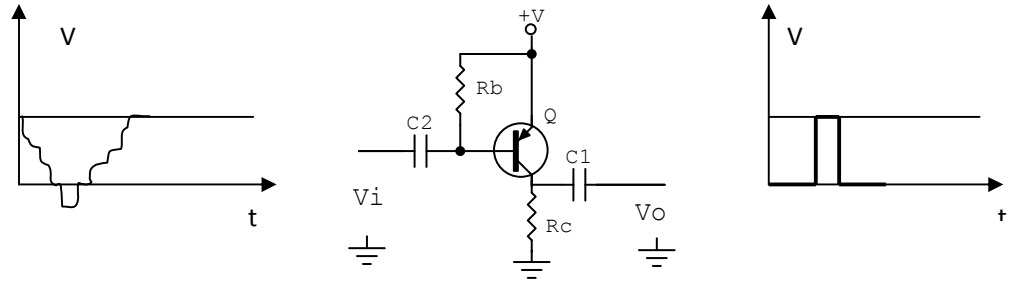
thuật truyền hình có ngõ vào là pha dương, mạch xén trong trường hợp này là mạch xén ở mức dưới (cắt bỏ phần dưới của tín hiệu).



Tín hiệu ngõ vào: Vi ***Tín hiệu ngõ ra: Vo***

Hình 5-19. Mạch xén ở mức dưới

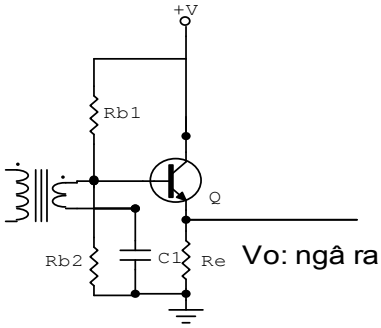
Hoạt động của mạch như sau: Tranzito được phân cực tĩnh nằm sâu trong cùng ngưng dẫn (Chế độ C) nhờ điện trở Rb phân cực B cho tranzito xuống mass Vbe =0v, Tranzito ngưng dẫn điện áp tại cực C = Vcc. Khi có tín hiệu có pha dương ngõ vào làm cho điện áp tại B tăng dần lên nhưng chưa đủ lớn làm cho tranzito dẫn điện đến khi đạt giá trị đủ lớn tranzito chuyển từ trạng thái ngưng dẫn sang trạng thái dẫn điện, nhanh chóng rơi vào vùng khuếch đại, khoảng biên độ tín hiệu còn lại được khuếch đại lấy ra trên cực C.trong trường hợp tín hiệu ngõ vào có pha âm thì mạch điện có cấu trúc ngược lại như (hình 5-20).



Tín hiệu ngõ vào: Vi ***Tín hiệu ngõ ra: Vo***

Hình 5-20. Mạch xén ở mức trên

Ngoài dạng mạch xén được trình bày ở trên còn một số dạng mạch khác dùng để tách sóng hoặc tạo xung kích thích các tầng điều khiển.

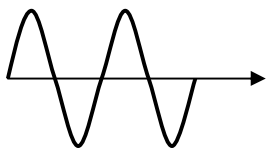
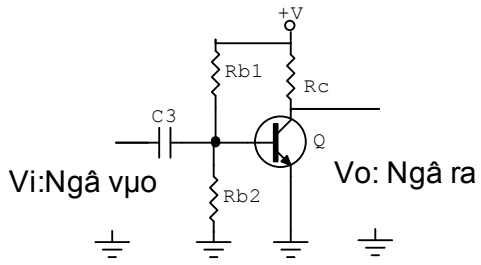
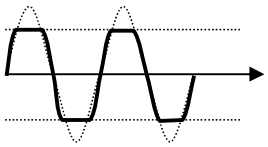
- Ngõ vào là các tín hiệu điều biên có tần số cao. - Tín hiệu có hai bán kỳ dương và âm. - Được dùng trong các mạch tách sóng biên độ trong Radio		- Ngõ ra là các tín hiệu điều biên có tần số thấp. - Tín hiệu chỉ còn lại một bán kỳ dương của chu kỳ tín hiệu.

Hình 5-21. Mạch xén dưới mức không

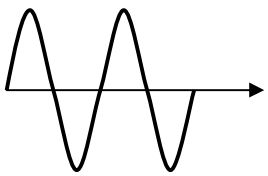
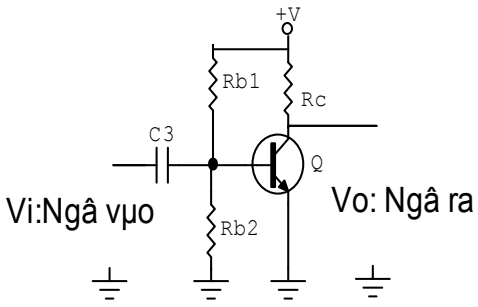
Trên sơ đồ mạch điện (hình 5-21), tiếp giáp BE của tranzito đóng vai trò như một điot tách sóng cắt bỏ phần âm của tín hiệu (xén dưới) ở mức không volt, đồng thời đóng vai trò như một mạch khuếch đại dòng điện tín hiệu ngõ ra lấy ra trên cực E (mạch mắc theo kiểu C-C).

2.2. Mạch xén ở hai mức độc lập

Ở mạch xén này tuỳ vào nhu cầu mạch điện mà người ta chọn xén hai mức cân xứng hay hai mức không cân xứng. Một vấn đề quan trọng là ở mạch xén dùng Tranzito là biên độ tín hiệu ngõ vào phải khá cao để đảm bảo sao cho vùng tín hiệu bị xén nằm ngay trong vùng ngưng dẫn hoặc vùng bão hoà của tranzito, tín hiệu lấy ra nằm trong vùng khuếch đại. trong trường hợp xén hai mức độc lập cân xứng thì tranzito được phân cực ở chế độ khuếch đại hạng A, nếu xén ở hai mức độc lập không cân xứng thì tuỳ vào yêu cầu mà người ta chọn Tranzito loại PNP hay NPN và phân cực ở chế độ AB để tăng tuổi thọ làm việc của tranzito.

- Mạch xén cân xứng, được phân cực ở chế độ khuếch đại A. 		- Tín hiệu ngõ ra bị xén cả trên lẫn dưới cân xứng 

Hình 5-22. Mạch xén ở hai mức độc lập cân xứng

 - Mạch xén không cân xứng, được phân cực ở chế độ khuếch đại AB		 Tín hiệu ngõ ra bị xén cả trên lẫn dưới không cân xứng

Hình 5-23. Mạch xén ở hai mức độc lập không cân xứng

Trên hình vẽ hai mạch xén ở hai mức độc lập đối xứng và không đối xứng không khác nhau chỉ khác nhau ở chế độ phân cực để thay đổi mức tín hiệu ngõ ra.

3. Mạch ổn áp

Mục tiêu:

- Vẽ và trình bầy được nguyên lý hoạt động của các mạch ổn áp
- Lắp ráp được mạch ổn áp đạt các thông số kỹ thuật

3.1. Khái niệm

Định nghĩa: ổn áp là mạch thiết lập nguồn cung cấp điện áp ổn định cho các mạch điện trong thiết bị theo yêu cầu thiết kế của mạch điện, từ một nguồn cung cấp ban đầu.

Phân loại: tuỳ theo nhu cầu về điện áp, dòng điện tiêu thụ, độ ổn định mà trong kỹ thuật người ta phân chia mạch ổn áp thành hai nhóm gồm ổn áp xoay chiều và ổn áp một chiêu.

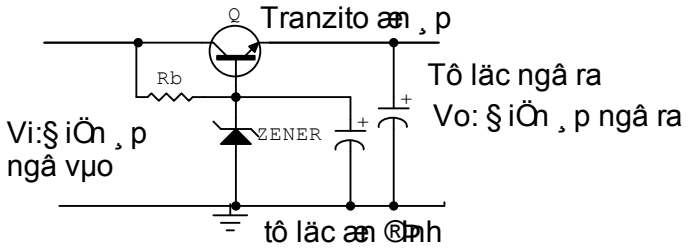
Ổn áp xoay chiều dùng để ổn áp nguồn điện từ lưới điện trước khi đưa vào mạng cục bộ hay thiết bị điện. Ngày nay với tốc độ phát triển của kỹ thuật người ta có các loại ổn áp như: ổn áp bù từ, ổn áp dùng mạch điện tử, ổn áp dùng linh kiện điện tử....

Ổn áp một chiều dùng để ổn định điện áp cung cấp bên trong thiết bị, mạch điện của thiết bị theo từng khu vực, từng mạch điện tuỳ theo yêu cầu ổn định của mạch điện. Người ta có thể chia mạch ổn áp một chiều thành hai nhóm lớn là ổn áp tuyến tính và ổn áp không tuyến tính (còn gọi là ổn áp xung). việc thiết kế mạch điện cũng đa dạng phức tạp, từ ổn áp dùng Điot zêne, ổn áp dùng tranzito, ổn áp dùng IC...Trong đó mạch ổn áp dùng tranzito rất thông dụng trong việc cấp điện áp thấp, dòng tiêu thụ nhỏ cho các thiết bị và mạch điện có công suất tiêu thụ thấp.

3.2. Mạch ổn ấp tuyến tính dùng tranzito

3.2.1.Mạch ổn áp tham số

Mạch lợi dụng tính ổn áp của diot zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito để thiết lập mạch ổn áp (hình 5-24)



Hình 5-24. Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN

Q: Tranzito ổn áp

R_b: Điện áp phân cực B cho tranzito và điot zêne

Ở mạch này cực B của tranzito được giữ mức điện áp ổn định nhờ điot zêne và điện áp ngõ ra là điện áp của điện áp zêne và điện áp phân cực thuận của tranzito

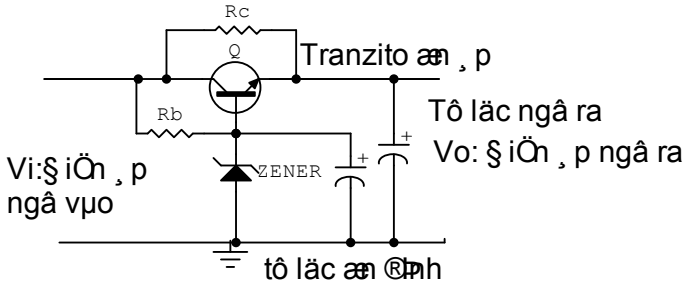
$$Vo = Vz + Vbe$$

V_z: Điện áp zêne

V_{be}: Điện áp phân cực thuận của Tranzito (0,5 – 0,8v)

Điện áp cung cấp cho mạch được lấy trên cực E của tranzito, tuỳ vào nhu cầu mạch điện mà mạch được thiết kế có dòng cung cấp từ vài mA đến hằng trăm mA, ở các mạch điện có dòng cung cấp lớn thường song song với mạch được mắc thêm một điện trở R_c khoảng vài chục đến vài trăm Ohm như (hình 5-25) gọi là trở gánh dòng.

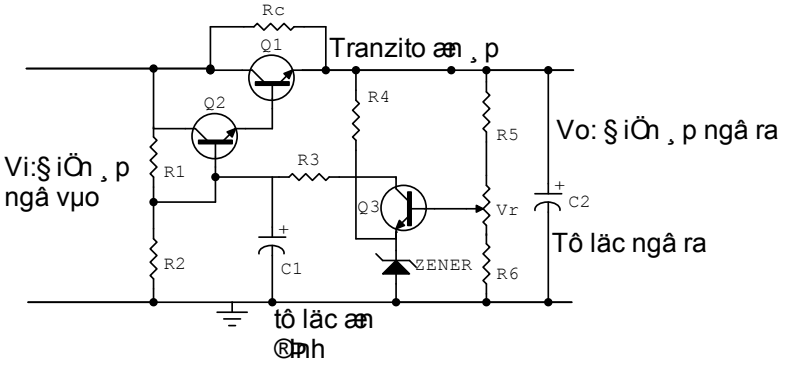
Việc chọn tranzito cũng được chọn tương thích với dòng tiêu thụ của mạch điện để tránh dư thừa làm mạch điện cồng kềnh và dòng phân cực qua lớn làm cho điện áp phân cực V_{be} không ổn định dẫn đến điện áp cung cấp cho tải kém ổn định.



Hình 5-25: Mạch ổn áp tham số dùng tranzito NPN có điện trở gánh dòng

Dòng điện cấp cho mạch là dòng cực C của tranzito nên khi dòng tải thay đổi dòng cực C thay đổi theo làm trong khi dòng cực B không thay đổi, nên mặc dù điện áp không thay đổi (trên thực tế sự thay đổi không đáng kể) nhưng dòng tải thay đổi làm cho tải làm việc không ổn định.

3.2.2. Mạch ổn áp có điều chỉnh (hình 5-26)



Hình 5-26: Mạch ổn áp có điều chỉnh

Mạch ổn áp này có thể điều chỉnh được điện áp ngõ ra và có độ ổn định cao nhờ đường vòng hồi tiếp điện áp ngõ ra nên cò được gọi là ổn áp có hồi tiếp.

Nhiệm vụ của các linh kiện trong mạch như sau:

+ Q_1: Tranzito ổn áp, cấp dòng điện cho mạch

+ Q_2: Khuếch đại điện áp một chiều

+ Q_3: So sánh điện áp được gọi là dò sai

+ R_c: Trở gánh dòng

+ R_1, R_2: Phân cực cho Q_2

+ R_3: Hạn dòng cấp nguồn cho Q_3

+ R_4: Phân cực cho zener, tạo điện áp chuẩn cố định cho cực E Q_3 gọi là tham chiếu

+ R_5, R_6, V_r: cầu chia thế phân cực cho B Q_3 gọi là lấy mẫu.

+ C_1: Chống đột biến điện áp.

+ C_2: Lọc nguồn sau ổn áp cách li nguồn với điện áp một chiều từ mạch ngoài.

**** Hoạt động của mạch được chia làm hai giai đoạn như sau:***

Giai đoạn cấp điện: Là giai đoạn lấy nguồn ngoài cấp điện cho mạch được thực hiện gồm R_c, Q_1, Q_2, R_1, R_2 Nhờ quá trình cấp điện từ nguồn đến cực C của Q_1, Q_2 và phân cực nhờ cầu chia điện áp R_1, R_2 làm cho hai tranzito Q_1, Q_2 dẫn điện. Trong đó Q_2 dẫn điện phân cực cho Q_1, dòng qua Q_1 cùng với dòng qua điện trở R_c gánh dòng cấp nguồn cho tải. Trong các mạch có dòng cung cấp thấp thì không cần điện trở gánh dòng Rc.

Giai đoạn ổn áp: Điện áp ngõ ra một phần quay trở về Q_3 qua cầu chia thế R_5, R_6, V_r đặt vào cực B. do điện áp tại chân E được giữ cố định nên điện áp tại cực C thay đổi theo điện áp tại cực B nhưng ngược pha, qua điện trở R_3 đặt vào cực B Q_2 khuếch đại điện áp một chiều thay đổi đặt vào cực B của Q_1 để điều chỉnh điện áp ngõ ra, cấp điện ổn định cho mạch. Điện áp ngõ ra có thể điều chỉnh được khoảng 20% so với thiết kế nhờ biến trở Vr. Hoạt động của Q_1 trong mạch giống như một điện trở biến đổi được để ổn áp.

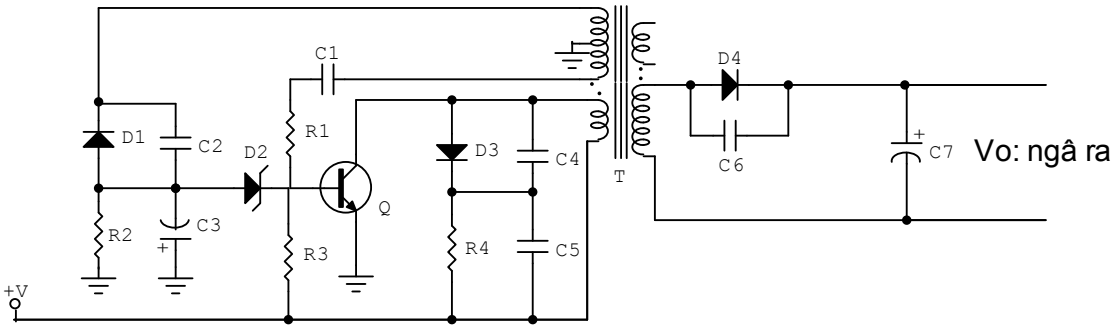
Mạch ổn áp này có dòng điện cung cấp cho mạch tương đối lớn có thể lên đến vài Amp và điện áp cung cấp lên đến hàng trăm Volt.

**** Ưu nhược điểm:***

Mạch có ưu điểm dễ thiết kế, dễ kiểm tra, sửa chữa tuy nhiên mạch có nhiều nhược điểm cụ thể là mạch kém ổn định khi nguồn ngoài thay đổi, sụt áp trên nguồn tương đối lớn nên tổn thất công suất trên nguồn cao nhất là các mạch có công suất lớn cần phải có thêm bộ tản nhiệt nên cồng kềnh. Không cách li được nguồn trong và ngoài nên khi Q_1 bị thủng gây ra hiện tượng quá áp trên mạch gây hư hỏng mạch điện, độ ổn định không cao

3.3. Mạch ổn áp không tuyến tính

Mạch ổn áp không tuyến tính có nhược điểm khó thiết kế nhưng có nhiều ưu điểm như: có độ ổn định cao ngay cả khi nguồn ngoài thay đổi, tổn thất công suất thấp, không gây hư hỏng cho mạch điện khi ổn áp bị đánh thủng và có thể thiết kế được các mức điện áp và dòng điện theo ý muốn. Trong thực tế mạch ổn áp không tuyến tính cũng có nhiều dạng mạch khác nhau, trong đó mạch dùng tranzito và IC là thông dụng hiện nay chủ yếu là ổn áp kiểu xung dùng dao động nghẹt. Mạch điện điển hình dùng tranzito có dạng mạch đơn giản như (hình 5-27).



Hình 5-27. Mạch ổn áp ổn áp kiểu xung dùng dao động nghẹt

Trong mạch Tranzito Q đóng vai trò là phần tử dao động đồng thời là phần tử ổn áp, T là biến áp dao động nghẹt đồng thời là biến áp tạo nguồn thứ cấp cung cấp điện cho mạch điên hoặc thiết bị. C_1, R_1 giữ vai trò là mạch hồi tiếp xung để duy trì dao động. R_4 làm nhiệm vụ phân cực ban đầu cho mạch hoạt động. D_3, R_4, C_4, C_5 làm nhiệm vụ chống quá áp bảo vệ tranzito. Các linh kiện D_1, R_2, C_3, C_2. Tạo nguồn cung cho mạch ổn áp. D_2 làm nhiệm vụ tạo điện áp chuẩn cho mạch ổn áp gọi là tham chiếu.

Hoạt động của mạch cũng tương tự như mạch ổn áp có điều chỉnh gồm có hai giai đoạn.

Giai đoạn tạo nguồn: Được thực hiện như sau: Điện áp một chiều từ nguồn ngoài được tiếp tế đến cực C của Q qua cuộn sơ cấp của biến áp T, một phần được đưa đến cực B của tranzito qua điện trở phân cực R_3 làm cho tranzito chuyển trạng thái từ không dẫn điện sang trạng thái dẫn điện sinh ra dòng điện chạy trên cuộn sơ cấp của biến áp T, dòng điện biến thiên này cảm ứng lên các cuộn thứ cấp hình thành xung hồi tiếp về cực B của Tranzito Q để duy trì dao động gọi là dao động nghẹt. Xung dao động nghẹt lấy trên cuộn thứ cấp khác được nắn bởi điôt D_4 và lọc bởi tụ C_7 hình thanh nguồn một chiều thứ cấp cung cấp điện áp cho mạch điện lúc này điện áp ngõ ra chưa được ổn định.

Giai đoạn ổn áp: Được thực hiện bởi một nhánh thứ cấp khác nắn lọc xung để hình thành điện áp một chiều có giá trị âm nhờ D_1, C_3 đặt vào cực B của tranzito Q qua Diot zener D_2 điều chỉnh điện áp phân cực của tranzito Q để ổn định điện áp ngõ ra. Giữ điện áp ngõ ra được ổn định.

Để hiểu rõ nguyên tắc ổn định điện áp của mạch, giả thuyết điện áp ngõ ra tăng đồng thời cũng làm cho điện áp âm được hình thành từ D_1 và C_3 cũng tăng làm cho điện áp tại anôt của zener D_2 tăng kéo theo điện áp tại catôt giảm làm

giảm dòng phân cực cho Q ổn áp dẫn điện yếu điện áp ngõ ra giảm bù lại sự tăng ban đầu giữ ở mức ổn định. Hoạt động của mạch sảy ra ngược lại khi điện áp ngõ ra giảm cũng làm cho điện áp âm tại Anod của D_2 giảm làm cho điện áp tại catôt tăng nên tăng phân cực B cho tranzito Q do đó Q dẫn mạnh làm tăng điện áp ngõ ra bù lại sự giảm ban đầu điện áp ra ổn định.

Mạch điện Hình 5.27 chỉ được dùng cung cấp nguồn cho các mạch điện có dòng tiêu thụ nhỏ và sự biến động điện áp ngõ vào thấp. Trong các mạch cần có dòng tiêu thụ lớn, tầm dò sai rộng thì cấu trúc mạch điện phức tạp hơn, dùng nhiều linh kiện hơn, kể cả tranzito, các thành phần của hệ thống ổn áp được hoàn chỉnh đầy đủ sẽ có: ổn áp, dò sai, tham chiếu, lấy mẫu và bảo vệ nếu hệ thống nguồn cần độ an toàn cao.

* * *

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP

Câu 1. Hãy điền vào chỗ trống nội dung thích hợp với câu gợi ý dưới đây?

1.1. Hãy điền vào chỗ trống những nội dung thích hợp:

a) Mạch dao động đa hài không ổn là .....

b) Trong mạch dao động đa hài không ổn dùng hai tranzito có cùng thông số và cùng loại, các linh kiện quyết định tần số dao động là .....

c) Trong mạch dao động đa hài không ổn, nguyên nhân tạo cho mạch dao động được là do.....

d) Ngoài các linh kiện R và C được đưa vào mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito hoặc, người ta còn có thể dùng.....để tạo tần số dao động ổn định và chính xác.

e) Mạch xén còn được gọi là mạch.....

f) Mức xén dùng tranzito được xác lập dựa trên .....

g) Ổn áp là mạch thiết lập nguồn cung cấp điện ..... cho các mạch điện trong thiết bị theo yêu cầu thiết kế của mạch điện, từ .....

1.2.Trả lời nhanh các câu hỏi dưới đây:

a) Muốn thay đổi tần số của mạch dao động đa hài chúng ta nên thực hiện bằng cách nào ?

b) Muốn thay đổi thời gian ngắt mở, thường gọi là độ rộng xung, cần thực hiện bằng cách nào?

c) Muốn cho một tranzito luôn dẫn trước khi cấp nguồn, cần thực hiện bằng cách nào?

d) Với nguồn cung cấp 12V tần số 1kHz dòng điện tải I_C = 10mA dùng tranzito C1815 (β=100) hãy chọn các linh kiện RC cho mạch.

e) Hãy cho biết nguyên nhân vì sao một mạch dao động không thể tạo dao động được, khi điện áp phân cực trên hai tranzito hoàn toàn giống nhau.

Câu 2. Hãy lựa chọn phương án mà học viên cho là đúng nhất trong các câu gợi ý dưới đây và đánh dấu x vào ô vuông thích hợp

TT	Nội dung câu hỏi	a	b	c	d
1	Sơ đồ mạch dao động đa hài đơn ổn dùng tranzito khác mạch dao động đa hài không ổn dùng tranzito ở yếu tố sau: a. Các linh kiện trong mạch mắc không đối xứng b. Trị số các linh kiện trong mạch không đối xứng c. Cách cung cấp nguồn d. Tất cả các yếu tố trên	□	□	□	□
2	Xét về mặt nguyên lí có thể xác định được trạng thái dẫn hay không dẫn của tranzito bằng cách: a. Nhìn cách phân cực của mạch b. Đo điện áp phân cực c. Xác định ngõ vào và ra của mạch d. Tất cả các yếu tố trên.	□	□	□	□
3	Thời gian phân cách là: a. Thời gian giữa hai xung liên tục tại ngõ ra của mạch b. Thời gian giữa hai xung kích thích vào mạch c. Thời gian xuất hiện xung d. Thời gian tồn tại xung kích thích.	□	□	□	□
4	Độ rộng xung là: a. Thời gian xuất hiện xung ở ngõ ra b. Thời gian xung kích thích c. Thời gian hồi phục trạng thái xung d. Thời gian giữa hai xung xuất hiện ở ngõ ra	□	□	□	□
5	Thời gian hồi phục là: a. Thời gian từ khi xuất hiện xung đến khi trở về trạng thái ban đầu b. Thời gian tồn tại xung c. Thời gian mạch ở trạng thái ổn định d. Thời gian từ trạng thái xung trở về trạng thái ban đầu	□	□	□	□
6	Mạch đa hài đơn ổn dùng một nguồn có ưu điểm a. Dễ trong thiết kế mạch	□	□	□	□

	b. Có công suất tiêu thụ thấp c. Có nguồn cung cấp thấp d. Tất cả đều đúng				
7	Mạch đa hài đơn ổn có tụ gia tốc có ưu điểm: a. Có độ rộng xung nhỏ b. Có biên độ lớn c. Có thời gian chuyển trạng thái nhanh d. Có thời gian hồi phục ngắn	□	□	□	□

Bài tập. Hãy làm bài tập dưới đây theo các số liệu đã cho

Cho một mạch điện có Re = 4,7K, Rb = 47K, C=0,01μF. Dùng tranzito C1815 (β=100) với nguồn cung cấp 12V. Hãy cho biết:

a) Độ rộng xung của mạch

b) Tần số của mạch

Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Tấn Phước: Sổ tay tra cứu linh kiện điện tử

2. Nguyễn Kim Giao, Lê Xuân Thế: Sổ tay tra cứu các tranzito Nhật Bản

3. Đặng văn Chuyết: Sổ tay tra cứu các IC TTL

4. Nguyễn Bính: Sổ tay tra cứu IC CMOS.

5. Dương minh trí: Sổ tay tra cứu IC CMOS, NXB TP. HCM,1991

6. Dương minh trí: Sổ tay tra cứu IC TTL, NXB TP. HCM,1991

7. Đỗ xuân Thụ: Giáo trình điện tử cơ bản, Dự án GDKT và DN, Hà Nội, 2007

8. Đỗ Thanh Hải, Nguyễn Xân Mai: Phân tích mạch tranzito, NXB Thống kê, Hà Nội, 2002.

9. TS. Đàm Xuân Hiệp: Điện tử cơ sở Tập 1, 2 . Basic electronics . 2001.

10. Nguyễn Minh Giáp: Sách tra cứu linh kiện điện tử SMD. NXB Khoa học và Kĩ thuật, Hà Nội, 2003.