

MỤC LỤC

PHẦN I. KỸ THUẬT TƯƠNG TỰ

Chương I- Vật liệu và linh kiện điện tử

- §1. Chất bán dẫn nguyên chất và chất bán dẫn tạp chất
- §2. Tiếp giáp P — N và tính chất chỉnh lưu của diốt bán dẫn
- §3. Tranzitor lưỡng cực (Tranzitor Bipolar)
- §4. Các dạng mắc mạch cơ bản và các họ đặc tuyến của Tranzitor
- §5. Phân cực và ổn định điểm làm việc của Tranzitor
- §6. Tranzitor Trường <FET> - (Field Effect Tranzitor)
- §7. Thyristo và các ứng dụng của Thyristo
- §8. Triac
- §9. Điac

Chương II- Khuếch đại

- §1. Khái niệm chung
- §2. Tầng khuếch đại dùng Tranzitor Bipolar.
- §3. Ghép giữa các tầng khuếch đại.
- §4. Khuếch đại một chiều.
- §5. Khuếch đại dùng vi mạch thuật toán (OA)
- §6. Nguồn một chiều

PHẦN II. KỸ THUẬT XUNG

Chương III- Các chế độ khoá của dụng cụ bán dẫn trong thiết bị xung

- §1. Khái niệm chung
- §2. Chế độ khoá của Tranzitor
- §3. Chế độ khoá của Khuếch đại thuật toán

Chương IV- Các phương pháp tạo và biến đổi dạng xung

- §1. Các mạch tạo điện áp biến đổi đồng thắng (ĐA.BĐĐT)
 - 1. Mạch tạo ĐA.BĐĐT dùng Tranzitor có khâu ổn dòng.
 - 2. Mạch tạo ĐA.BĐĐT dùng vi mạch KĐT.
- §2. Các mạch đa hài tự kích.
 - 1. Đa hài tự kích dùng Tranzitor
 - 2. Đa hài tự kích dùng Khuếch đại thuật toán
 - 3. Đa hài tự kích dùng IC 555

PHẦN III- KỸ THUẬT SỐ

Ch-ong V- Cơ sở đại số logic và các phân tử logic cơ bản (6 tiết)

- §1. Cơ sở đại số logic
- §2. Các phép biến đổi hàm logic
- §3. Các phép tối thiểu hoá hàm logic
 - 1. Phép đại số
 - 2. Phép biến Các nô
- §4. Các phân tử logic cơ bản
 - 1. Phân tử phủ định logic (phân tử đảo- NOT)
 - 2. Phân tử ‘Và’ (AND)
 - 3. Phân tử ‘Hoặc’ (OR)
 - 4. Phân tử ‘Và-phủ định’ (NAND)
 - 5. Phân tử ‘Hoặc - phủ định’ (NOR)
- §5. Một số phân tử logic thông dụng
 - 1. Phân tử t-ong đ-ong (cùng dấu)
 - 2. Phân tử khác dấu (cộng modul 2)

Ch-ong VI - Các mạch Trigơ (5 tiết)

- §1. Trigơ R-S
 - 1. Trigơ R-S không đồng bộ.
 - 2. Trigơ R-S đồng bộ
- §2. Trigơ chính — phụ (Trigơ M - S)
- §3. Trigơ vạn năng J-K
- §4. Trigơ đếm T
- §5. Trigơ D (Delay)
- §6. Chuyển đổi Trigơ vạn năng J-K thành các loại Trigơ khác.
 - 1. Chuyển đổi Trigơ J-K thành Trigơ R-S
 - 2. Chuyển đổi Trigơ J-K thành Trigơ D
 - 3. Chuyển đổi Trigơ J-K thành Trigơ đếm T

Ch-ong VII - Bộ đếm (5 tiết)

- §1. Các bộ đếm nhị phân
 - 1. Bộ đếm nhị phân kiểu nối tiếp (không đồng bộ)
 - 2. Bộ đếm nhị phân kiểu song song (đồng bộ)

§2. Bộ đếm nhị phân có môđun đếm bất kỳ

§3. Bộ đếm nhị phân ng- ọc (trừ xung)

§4. Bộ đếm nhị phân thuận ng- ọc

Ch- ơng VIII- Một số hệ logic thông dụng (4 tiết)

§1. Các bộ ghi

§2. Bộ biến đổi mã và giải mã

1. Bộ biến đổi mã nhị phân sang mã "1 từ n"

2. Bộ giải mã nhị — thập phân (BCD) sang mã thập phân 7 dấu

§3. Bộ chọn kênh, phân kênh

1. Bộ chọn kênh

2. Bộ phân kênh

Ch- ơng IX- Biến đổi số - t- ơng tự và t- ơng tự - số (3 tiết)

§1. Giới thiệu chung

§2. Bộ biến đổi số - t- ơng tự (DAC)

§3. Bộ biến đổi t- ơng tự - số (ADC)

PHẦN I. KỸ THUẬT TƯƠNG TỰ

CHƯƠNG I. VẬT LIỆU VÀ LINH KIỆN ĐIỆN TỬ

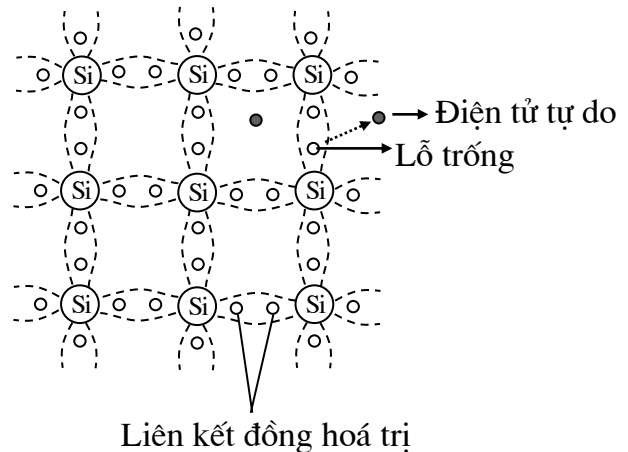
§1. CHẤT BÁN DẪN NGUYÊN CHẤT VÀ CHẤT BÁN DẪN TẠP CHẤT

1. Chất bán dẫn nguyên chất (chất bán dẫn thuần)

Hai chất bán dẫn thuần điển hình là Si (14) và Ge (32), chúng có đặc điểm chung là ở lớp ngoài cùng đều có 4 điện tử hoá trị. Ta xét nguyên tử Si trong mạng tinh thể.

Khi vật liệu Si được chế tạo thành tinh thể thì từ trạng thái xấp xỉ lộn xộn chúng trở thành trạng thái hoàn toàn trật tự. Khi đó khoảng cách giữa các nguyên tử cách đều nhau.

- Bốn điện tử lớp ngoài cùng của 1 nguyên tử không những chịu sự ràng buộc với hạt nhân của chính nguyên tử đó mà còn liên kết với 4 nguyên tử đứng



cạnh nó, hai nguyên tử đứng cạnh nhau có một điện tử góp chung.

- Mỗi một điện tử trong đôi góp chung vừa chuyển động xung quanh hạt nhân của nó vừa chuyển động trên quỹ đạo của điện tử góp chung. Sự liên kết này được gọi là liên kết đồng hoá trị.

□ nhiệt độ xác định, do chuyển động nhiệt, một số điện tử góp chung dễ dàng tách khỏi mối liên kết với hạt nhân để trở thành các *điện tử tự do*, đó là hạt dẫn điện tử.

- Khi 1 điện tử tách ra trở thành điện tử tự do thì để lại 1 liên kết bị khuyết (lỗ trống). Khi đó các điện tử góp chung ở đôi kề cạnh dễ dàng bị rơi vào lỗ trống đó tạo thành sự di chuyển của các điện tử góp chung. Sự di chuyển này giống như sự di chuyển của các điện tích dương, đó là sự di chuyển của *lỗ trống*.

Như vậy, *lỗ trống* cũng là loại hạt mang điện. Khi đặt một điện trường lên vật liệu bán dẫn thì xuất hiện hai thành phần dòng điện chạy qua nó: thành phần dòng điện do các *điện tử tự do* chuyển động có hướng và thành phần dòng điện *lỗ trống* do điện tử góp chung dịch lấp lỗ trống. *Điện tử tự do mang điện âm, lỗ trống mang điện dương*.

Các điện tử chuyển động ngược chiều với véc tơ cường độ điện trường còn các lỗ trống thì chuyển động cùng chiều tạo nên dòng điện trong chất bán dẫn.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

* Nh- vậy: Bán dẫn mà dẫn xuất đ- ợc thực hiện bằng cả hai loại hạt mang điện (*điện tử tự do và lỗ trống*) có số l- ợng bằng nhau đ- ợc gọi là chất bán dẫn thuần (nguyên chất).

2. Chất bán dẫn tạp chất.

Để nâng cao tính dẫn điện trong vật liệu bán dẫn, ta thực hiện pha thêm tạp chất vào chất bán dẫn nguyên chất, gọi là chất bán dẫn tạp.

a- Chất bán dẫn tạp loại P

Ta pha thêm tạp chất là những nguyên tố thuộc nhóm III trong bảng tuần hoàn (Ba, In...) vào trong mạng tinh thể của nguyên tử Si. Khi đó trong mạng tinh thể, một số nguyên tử Ba sẽ thay thế vị trí một số nguyên tử Si, 3 điện tử hoá trị của Ba sẽ tham gia vào 3 mối liên kết với 3 nguyên tử Si bên cạnh, còn mối liên kết với nguyên tử Si thứ 4 bị thiếu 1 điện tử đ- ợc coi nh- 1 lỗ trống. Các mối liên kết bị thiếu 1 điện tử này dễ dàng đ- ợc lấp đầy bởi một điện tử đ- ợc bắn ra từ các mối liên kết bên cạnh bị phá vỡ, nh- vậy *lỗ trống* có thể di chuyển đ- ợc, tạo thành dòng điện

- Khi nhiệt độ tăng lên số mối liên kết bị phá vỡ càng nhiều làm cho số l- ợng điện tử tự do và lỗ trống tăng. Nh- ng ở tạp chất có pha thêm các tạp chất thuộc nhóm III thì số l- ợng các *lỗ trống* bao giờ cũng lớn hơn số l- ợng các *điện tử tự do*.

* Nh- vậy:

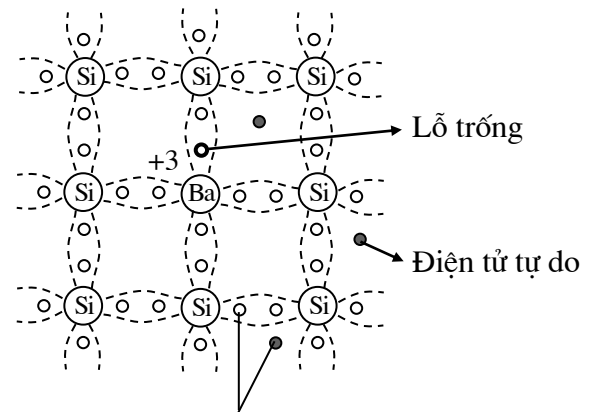
Vật liệu bán dẫn mà dẫn xuất đ- ợc thực

hiện chủ yếu bằng các lỗ trống gọi là chất bán dẫn tạp loại P. Lỗ trống gọi là hạt dẫn điện đa số. Điện tử tự do là hạt dẫn điện thiểu số.

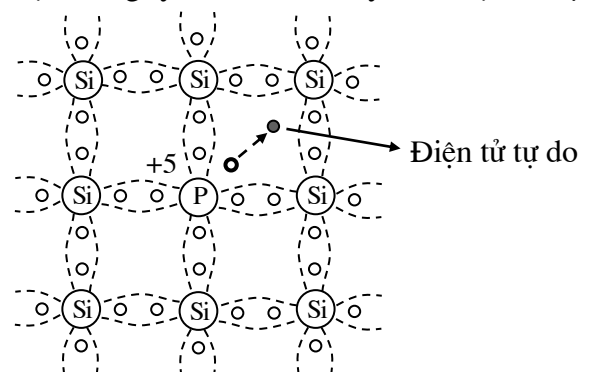
b- Chất bán dẫn tạp loại N

Ta pha thêm các nguyên tố thuộc nhóm V trong bảng tuần hoàn (As, P...) vào trong cấu trúc mạng tinh thể của nguyên tử Si khi đó một số nguyên tử P sẽ thay thế một số vị trí nguyên tử Si trong mạng tinh thể.

Nguyên tử P có 5 điện tử hoá trị, 4 trong 5 điện tử hoá trị sẽ tham gia vào 4 mối liên kết với 4 nguyên tử Si đứng xung quanh nó, còn điện tử hoá trị thứ 5 không tham gia vào mối liên kết nào mà chịu sự ràng buộc rất yếu với lực hút hạt nhân, chúng dễ dàng tách khỏi mối liên kết với hạt nhân để trở thành



Cặp điện tử tự do-lỗ trống



các điện tử tự do và sẽ tham gia vào việc vận chuyển dòng điện. Khi nhiệt độ tăng lên, số mối liên kết bị phá vỡ càng tăng sinh ra nhiều cặp điện tử tự do-lỗ trống. Nh- ng ở chất bán dẫn pha thêm tạp chất thuộc nhóm V thì số l- ợng các điện tử tự do bao giờ cũng lớn hơn số l- ợng các lỗ trống.

* Nh- vậy, loại bán dẫn mà dẫn xuất đ- ợc thực hiện chủ yếu bằng các điện tử tự do gọi là chất bán dẫn tạp loại N. Điện tử tự do là hạt dẫn đa số, lỗ trống là hạt dẫn thiểu số.

§2. TIẾP GIÁP P - N. TÍNH CHẤT CHỈNH L- U CỦA ĐIỐT BÁN DẪN

I. Tiếp giáp P-N khi ch- a có điện tr- ờng ngoài.

Khi cho hai khối bán dẫn P và N tiếp xúc với nhau, giữa hai khối bán dẫn hình thành một mặt tiếp xúc, do sự chênh lệch về nồng độ hạt dẫn sẽ xảy ra sự khuếch tán. Các lỗ trống khu vực P sẽ khuếch tán sang khu vực N và các điện tử của vùng N khuếch tán sang vùng P.

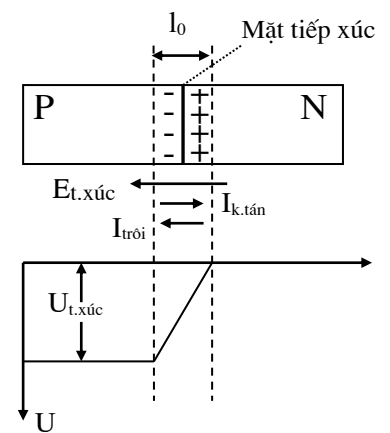
Kết quả làm cho lỗ trống khu vực P (gần mặt tiếp xúc) nghèo đi về điện tích d- ơng và giàu lên về điện tích âm. Điện tử khu vực N mất điện tích âm và nhận thêm lỗ trống nên tích điện d- ơng. Nếu sự chênh lệch về nồng độ các loại hạt mang điện ở hai khối này càng lớn thì sự khuếch tán diễn ra càng mạnh.

Kết quả: Hai bên mặt tiếp giáp hình thành nên điện tr- ờng vùng tiếp xúc E_{tx} có chiều h- ớng từ khối N sang khối P. Điện tr- ờng tiếp xúc này cản trở sự khuếch tán của các hạt mang điện đa số từ khối này sang khối kia. Khi E_{tx} cân bằng với lực khuếch tán thì trạng thái cân bằng động xảy ra. Khi đó vùng điện tích không gian không tăng nữa, vùng này gọi là vùng nghèo kiệt (vùng thiếu vắng hạt dẫn điện) đó là chuyển tiếp P-N bao gồm các ion không di chuyển đ- ợc. Khi cân bằng động, có bao nhiêu hạt dẫn điện khuếch tán từ khối này sang khối kia thì cũng bấy nhiêu hạt dẫn đ- ợc chuyển trở lại qua mặt tiếp xúc, chúng bằng nhau về trị số nh- ng ng- ợc chiều nhau nên chúng triệt tiêu nhau, kết quả dòng điện qua tiếp xúc P-N bằng 0.

Kết luận: Không có dòng điện chạy qua tiếp giáp P — N khi ch- a có điện tr- ờng ngoài.

II. Tiếp giáp P- N khi có điện tr- ờng ngoài

1- Tr- ờng hợp phân cực thuận.



Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

Đặt điện áp một chiều vào tiếp giáp P-N sao cho cực d-ơng nối vào khối P, cực âm nối vào khối N. Điện áp này tạo ra một điện tr-ờng E_{ng} có chiều h-ớng từ khối P sang khối N. Khi đó điện tr-ờng ngoài E_{ng} có chiều ng-ợc với điện tr-ờng vùng tiếp xúc E_{tx} nên điện tr-ờng tổng ở vùng tiếp xúc giảm .

$E_{\Sigma} = E_{tx} - E_{ng}$ giảm. Khi đó bề rộng vùng nghèo giảm làm cho sự khuếch tán diễn ra dễ dàng. Các hạt mang điện đa số dễ dàng khuếch tán từ khối này sang khối kia. Do mật độ hạt mang điện đa số lớn nên dòng khuếch tán I_{kt} lớn, dòng điện này gọi là dòng điện thuận I_{th} . Ta nói tiếp giáp P-N thông.

Trong đó:

l_0 : Bề rộng vùng nghèo khi ch- a có điện tr-ờng ngoài

l'_0 : Bề rộng vùng nghèo khi phân cực thuận

Do số l-ợng hạt dẫn thiểu số ít, nên dòng điện trôi dạt rất nhỏ, $I_{tr} \approx 0$. Điện trở tiếp giáp P- N trong tr-ờng hợp này gọi là điện trở thuận, có giá trị nhỏ $R_{th} \approx 0$.

2- Tr-ờng hợp phân cực ng-ợc

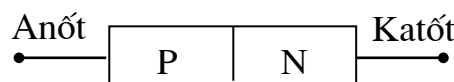
Đặt cực d-ơng vào khối N, cực âm vào khối P. Khi đó E_{ng} cùng chiều với E_{tx} nên điện tr-ờng tổng ở vùng tiếp xúc tăng, do đó bề rộng vùng nghèo tăng, nó ngăn cản các hạt dẫn đa số khuếch tán từ khối này sang khối kia, do vậy dòng khuếch tán coi $I_{kt} = 0$. Dòng điện trôi có giá trị nhỏ do số hạt dẫn thiểu số rất ít, $I_{tr} = 0$, nên dòng điện qua tiếp giáp P-N khi phân cực ng-ợc có giá trị bằng 0.

Ta nói tiếp giáp P-N bị khoá, trong tr-ờng hợp này tiếp giáp P-N coi nh- một điện trở có giá trị vô cùng lớn gọi là điện trở ng-ợc, $R_{ng} \approx \infty$.

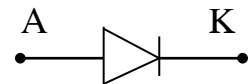
* Nh- vậy: Tiếp giáp P-N chỉ có tác dụng dẫn điện theo một chiều (từ khối P sang khối N) khi đ-ợc phân cực thuận. Tính chất này gọi là tính chất van hay tính chất chỉnh l- u, đó là tính chất chỉnh l- u của diốt bán dẫn.

III. Diốt bán dẫn.

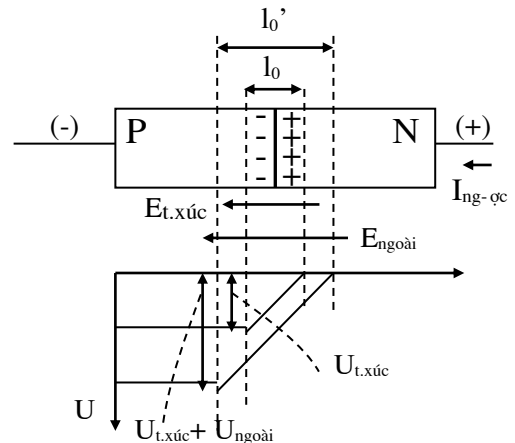
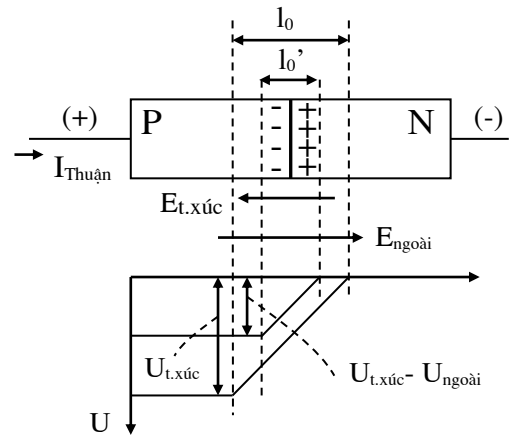
1- Cấu tạo, kí hiệu.



Hình a: Cấu tạo



Hình b: Kí hiệu



Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

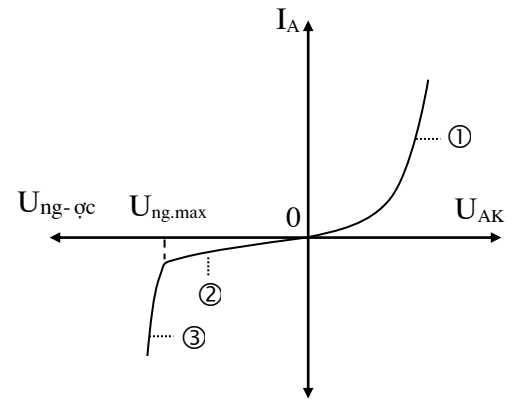
Điốt thực chất là 1 tiếp giáp P-N. Điện cực nối với khối P đ-ợc gọi là Anốt (ký hiệu là A), điện cực nối với khối N gọi là Katốt (ký hiệu là K), toàn bộ cấu trúc trên đ-ợc bọc trong một lớp vỏ bằng kim loại hay bằng nhựa.

* Nguyên lý làm việc: Chính là các hiện tượng vật lý xảy ra ở tiếp giáp P-N trong các trường hợp: ch- a phân cực, phân cực thuận và phân cực ngược đã xét ở trên.

2- Đặc tuyến V-A.

Đặc tuyến V-A đ-ợc chia làm 3 vùng:

+ Vùng ①: □ng với trường hợp phân cực thuận. Khi tăng U_{AK} , lúc đầu dòng tăng từ từ, sau khi $U_{AK} > U_0$ (th-ờng $U_0 = (0,6 \div 0,7)V$ nếu điốt đ-ợc chế tạo từ vật liệu Silic, $U_0 = (0,2 \div 0,3)V$ nếu điốt đ-ợc chế tạo từ vật liệu Gecmani) thì dòng điện tăng tỉ lệ theo điện áp.



+ Vùng ②: T-ong ứng với trường hợp phân cực ngược với giá trị dòng điện ngược I_{ng} có giá trị nhỏ.

+ Vùng ③: Gọi là vùng đánh thủng, t-ong ứng $U_{ng} > U_{ng,max}$ ($U_{đánh\ thủng}$).

Dòng điện ngược tăng lên đột ngột, dòng điện này sẽ phá hỏng điốt (vì vậy để bảo vệ điốt thì chỉ cho chúng làm việc d-ới điện áp: $U = (0,7 \div 0,8).U_z$, U_z là điện áp đánh thủng) trong khi đó điện áp giữa Anốt và Katốt không đổi \rightarrow tính chất van của điốt bị phá hỏng. Tồn tại hai dạng đánh thủng: do nhiệt độ cao và điện trường mạnh làm cho các hạt dẫn chuyển động nhanh, gây va đập và gây nên hiện tượng ion hoá do va chạm làm cho quá trình tạo thành hạt dẫn ô ạt, dẫn đến dòng điện tăng nhanh.

3- Các tham số cơ bản của điốt: chia ra 2 nhóm:

* Các tham số giới hạn:

- $U_{ng,max}$ là giá trị điện áp ngược lớn nhất đặt lên điốt mà tính chất van của nó ch- a bị phá hỏng.

- $I_{max,cp}$ là dòng điện thuận lớn nhất đi qua khi điốt mở.

- Công suất tiêu hao cực đại cho phép: P_{cp} .

- Tần số làm việc cho phép: f_{max}

* Các tham số làm việc:

- Điện trở một chiều của điốt R_d

- Điện trở xoay chiều của điốt r_d

4- Phân loại:

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Theo vật liệu sử dụng: điốt Ge, điốt Si...
- Theo cấu tạo: điốt tiếp xúc điểm, tiếp xúc mặt...
- Theo tần số giới hạn: điốt tần số cao, thấp,...
- Theo công suất: điốt công suất lớn, trung bình, nhỏ.
- Theo công dụng: điốt chỉnh l-u, điốt ổn định điện áp...

IV. Một số ứng dụng của điốt bán dẫn

Ta xét một số ứng dụng của điốt trong các mạch chỉnh l-u, các mạch hạn chế biên độ điện áp

1- Các mạch chỉnh l- u.

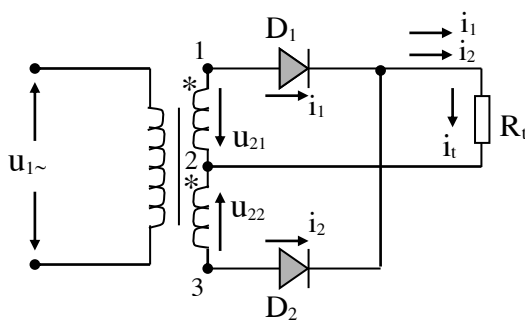
Định nghĩa: Chỉnh l- u là quá trình biến đổi năng l- ượng điện xoay chiều thành năng l- ượng điện một chiều cung cấp cho các phụ tải điện một chiều.

Sau đây ta xét các bộ chỉnh l- u công suất nhỏ

Để đơn giản cho quá trình phân tích, ta giả thiết các van điốt là lý t- ưởng, điện áp vào là hình sin 110/220 V xoay chiều, tần số 50 Hz, tải là thuần trở.

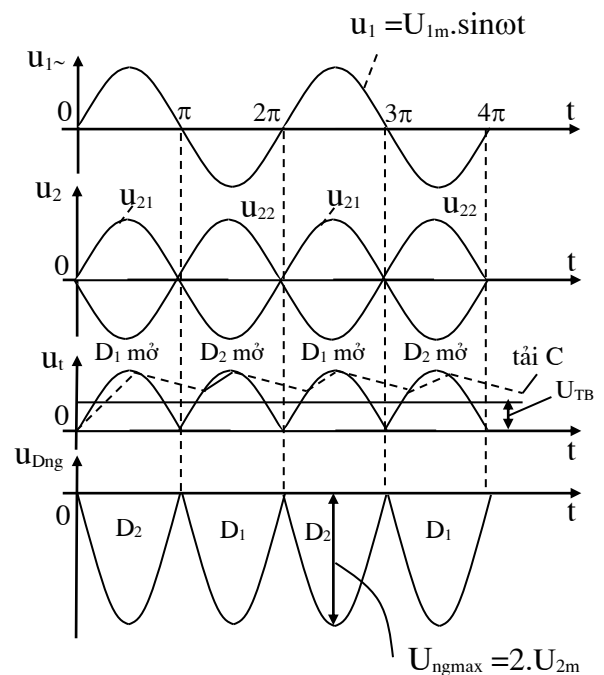
a. Mạch chỉnh l- u một pha hai nửa chu kỳ có điểm trung tính.

*. Sơ đồ nguyên lý



Hình a: Sơ đồ nguyên lý

Hình b: Biểu đồ điện áp



Trong sơ đồ, cuộn thứ cấp đ- ợc chia làm hai nửa có số vòng dây bằng nhau, chiều cuốn dây ng- ợc chiều nhau, với cách cuốn đó tạo ra hai điện áp U_{21} , U_{22} cùng biên độ nh- ng ng- ợc pha nhau 180° .

* Nguyên lý hoạt động:

- Khi $t = 0 \div \pi$: $U_{21} > 0$, $U_{22} < 0$, điện thế điểm 1 đ- ợng hơn điểm 2, điểm 2 đ- ợng hơn điểm 3, D_1 mở, D_2 khoá, cho dòng i_1 chạy qua: D_1 , R_t về điểm 2.

Khi đó: $u_{ra} = u_t = u_{21} + u_{D1} = u_{21} = U_{21m} \cdot \sin \omega t$.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Khi $t = \pi \div 2\pi$: $U_{21} < 0$, $U_{22} > 0$, điện thế điểm 3 d-ong hơn điểm 2, điểm 1 âm hơn điểm 2, D_1 khoá, D_2 mở, cho dòng i_2 chạy qua: D_2 , R_t về điểm 2.

Khi đó: $u_{ra} = u_t = u_{22} + u_{D2} = u_{22} = U_{22m} \cdot \sin\omega t$.

Kết quả: Dòng điện (điện áp) nhận đ-ợc trên tải có dạng là các nửa hình sin liên tiếp nhau, trong 1 chu kỳ của điện áp l-ới các điốt thay phiên nhau làm việc.

+ Giá trị trung bình của điện áp trên tải:

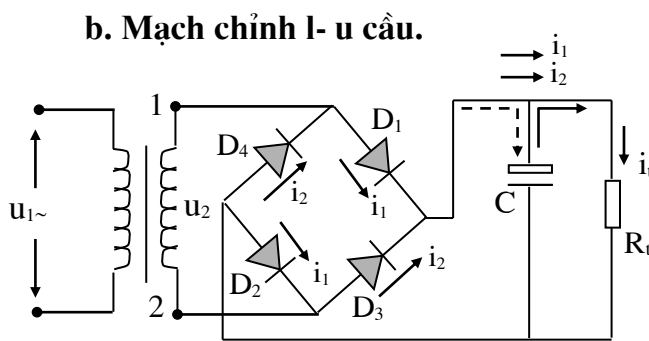
$$U_0 = 2 \cdot \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi U_{2m} \cdot \sin\omega t \cdot d\omega t \approx 0,9 \cdot U_2$$

với: U_2 là giá trị hiệu dụng của điện áp trên 1 cuộn dây thứ cấp MBA.

+ Giá trị trung bình của dòng điện trên tải: $I_0 = \frac{U_0}{R_t}$

+ Dòng trung qua các điốt: $I_{D1} = I_{D2} = \frac{I_0}{2}$

+ Điện áp ng-ợc cực đại đặt vào mỗi điốt khi khoá bằng tổng điện áp cực đại trên hai cuộn dây thứ cấp biến áp. $U_{ng,max} = 2 \cdot U_{2m}$



Hình a: Sơ đồ nguyên lý

Cầu là một hình vuông với 4 cạnh là 4 nhánh với 4 điốt đ-ợc nối theo nguyên tắc: 2 cạnh đối diện các điốt nối cùng chiều, tạo hai nhóm điốt: 1 nhóm có K chung, 1 nhóm có A chung

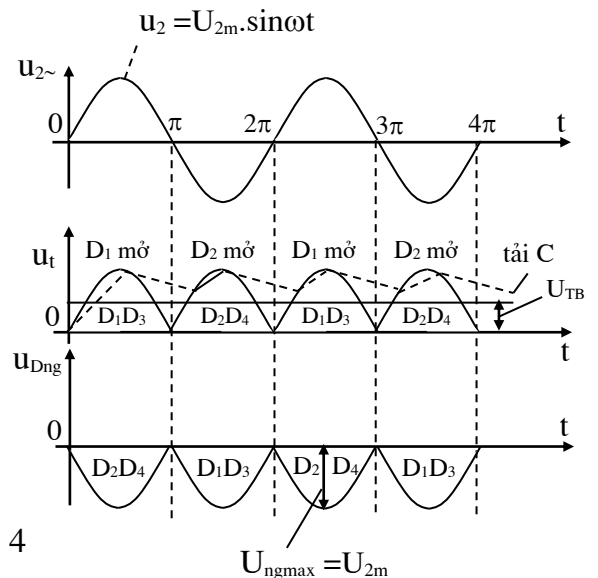
* Nguyên lý hoạt động:

- $t = 0 \div \pi$: điện thế điểm 1 d-ong hơn điểm 2, D_2 , D_4 phân cực ng-ợc \rightarrow khoá. D_1 , D_3 phân cực thuận \rightarrow mở cho dòng điện i_1 chạy qua D_1 , R_t , D_3 về điểm 2.

- $t = \pi \div 2\pi$: điện thế điểm 2 d-ong hơn điểm 3, D_1 , D_3 phân cực ng-ợc, khoá. D_2 , D_4 phân cực thuận \rightarrow mở cho dòng điện i_2 chạy qua D_2 , R_t , D_4 về điểm 1.

Kết quả:

Điện áp (dòng điện) ra trên tải là các nửa hình sin liên tiếp nhau trong một chu kỳ giống nh- sơ đồ chỉnh l- u 2 nửa chu kỳ có điểm trung tính. Các biểu thức tính dòng và áp



Hình b: Giản đồ điện áp

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

hoàn toàn giống sơ đồ có điểm trung tính. Chỉ khác, nếu cùng 1 giá trị của điện áp trên tải thì trong sơ đồ này điện áp ngược đặt lên mỗi điốt khi khoá giảm đi một nửa: $U_{ng,max} = U_{2m}$ đây chính là - u điểm cơ bản của sơ đồ cầu. Do đó sơ đồ này là sơ đồ cơ bản được sử dụng chủ yếu trong các mạch chỉnh lưu trong thực tế.

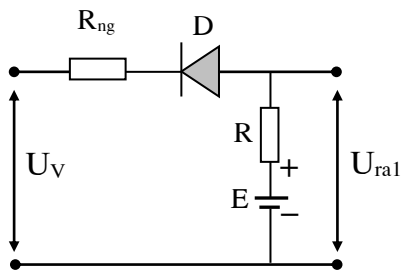
2. Các mạch ghim (các mạch hạn chế biên độ).

- Các mạch hạn chế biên độ được sử dụng để hạn chế biên độ của điện áp ra lớn hơn, nhỏ hơn hoặc nằm giữa hai giá trị nào đó gọi là các mức ngưỡng.

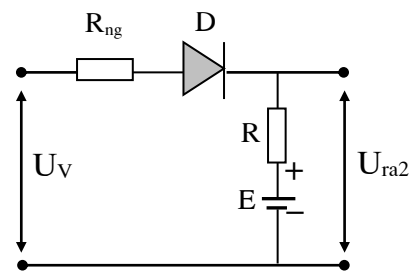
- Thông thường, giá trị của các mức ngưỡng không vượt quá biên độ lớn nhất của điện áp đưa vào hạn chế.

- Tùy theo cách mắc của phần tử hạn chế so với tải và cách lấy điện áp ra mà ta có các mạch hạn chế nối tiếp, song song, mạch hạn chế trên, dưới và mạch hạn chế 2 phía.

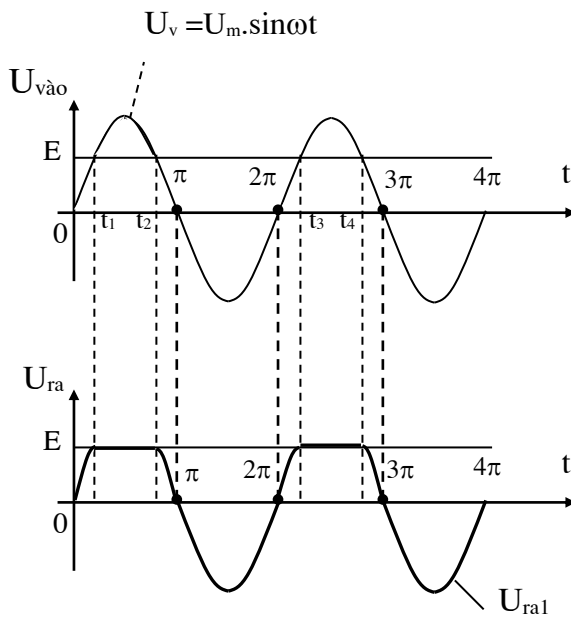
a. Các mạch hạn chế nối tiếp: là mạch mà điốt hạn chế mắc nối tiếp với mạch tải.



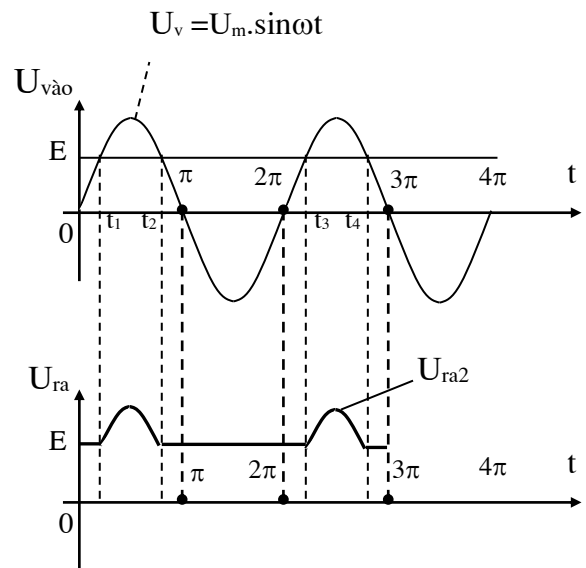
Hình a: Mạch hạn chế trên mức E



Hình b: Mạch hạn chế dưới mức E



Hình c: Giản đồ điện áp



Hình d: Giản đồ điện áp

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

Để đơn giản khi phân tích, ta giả thiết tín hiệu vào là hình sin, điốt là lý tưởng.

Trong đó:

R_{Dth} và R_{Dng} là giá trị trung bình của điện trở thuận và điện trở ngược của điốt.

Nếu thoả mãn điều kiện: $R_{Dth} + R_{ng} \ll R \ll R_{Dng} + R_{ng}$

Do đó khi $U_D \geq 0$ thì $U_{ra1} = U_V$; $U_D < 0$ thì $U_{ra2} = E$

Với mạch hình a:

Khi $U_V \geq E \rightarrow U_D < 0 \rightarrow D$ khoá $\rightarrow U_{ra1} = E$

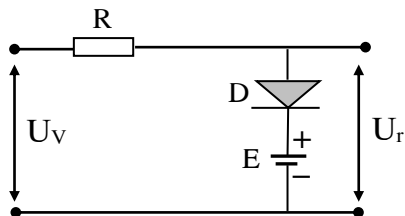
Khi $U_V < E \rightarrow U_D > 0 \rightarrow D$ mở $\rightarrow U_{ra1} = U_V$

Với mạch hình b:

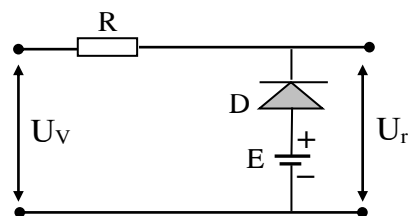
Khi $U_V \geq E \rightarrow U_D > 0 \rightarrow D$ mở $\rightarrow U_{ra2} = U_V$

Khi $U_V < E \rightarrow U_D < 0 \rightarrow D$ khoá $\rightarrow U_{ra2} = E$

b. Các mạch hạn chế song song: là các mạch mà điốt hạn chế mắc song song với mạch tải.



Hình a: Mạch hạn chế trên mức E



Hình b: Mạch hạn chế dưới mức E

Với hình a:

Khi $U_V \geq E \rightarrow U_D > 0 \rightarrow D$ mở $\rightarrow U_{ra} = E$

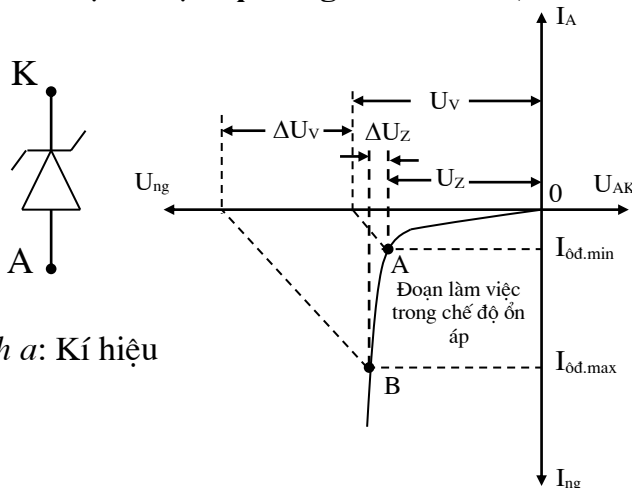
Khi $U_V < E \rightarrow U_D < 0 \rightarrow D$ khoá $\rightarrow U_{ra} = U_V$

Với mạch hình b:

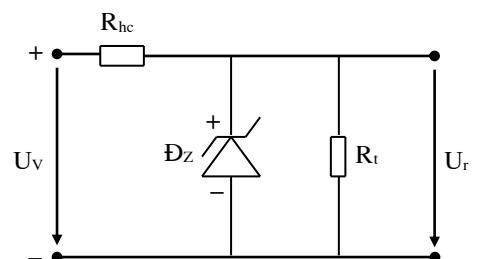
Khi $U_V \geq E \rightarrow U_D < 0 \rightarrow D$ khoá $\rightarrow U_{ra} = U_V$

Khi $U_V < E \rightarrow U_D > 0 \rightarrow D$ mở $\rightarrow U_{ra} = E$.

3. Ổn định điện áp bằng điốt Zener (Điốt ổn áp)



Hình a: Kí hiệu



Hình c: Sơ đồ ổn áp đơn giản

- Điốt ổn áp làm việc dựa trên cơ sở hiệu ứng đánh thủng Zener và đánh thủng thác lũ của tiếp giáp P-N khi phân cực ngược, bị đánh thủng ngược không hỏng.

- Điốt ổn áp dùng để ổn định điện áp đặt vào phụ tải.

- Kí hiệu, đặc tuyến V-A, sơ đồ ổn áp đơn giản dùng điốt Zener như hình vẽ.

- Nhánh thuận đặc tuyến V-A của điốt này giống như điốt chỉnh lưu thông thường nhưng nhánh ngược có phần khác: Lúc đầu khi điện áp ngược còn nhỏ thì $I_{ng-ợc}$ có trị số nhỏ giống như các điốt thông thường.

+ Khi điện áp ngược đạt tới giá trị điện áp ngược đánh thủng thì dòng điện ngược qua điốt tăng lên đột ngột còn điện áp ngược trên điốt được giữ hầu như không đổi. Đoạn đặc tuyến gần như song song với trục dòng điện (đoạn A-B). Đoạn (A-B) được giới hạn bởi (I_{odmin} , I_{odmax}) là đoạn làm việc của điốt ổn áp.

+ Để đảm bảo cho hiện tượng đánh thủng về điện không kéo theo đánh thủng về nhiệt làm cho điốt bị hỏng, khi chế tạo ngược lại ta đã tính toán để tiếp giáp P-N chịu được dòng điện ngược. Mặt khác, trong mạch điện còn đặt điện trở hạn chế để hạn chế không cho dòng điện ngược qua điốt vượt quá dòng điện ngược cho phép.

+ Khi dòng điện qua điốt nhỏ hơn giá trị I_{odmin} thì điốt làm việc ở đoạn OA nên không có tác dụng ổn định điện áp.

+ Khi dòng điện qua điốt lớn hơn giá trị I_{odmax} thì công suất tỏa ra trên điốt vượt quá công suất cho phép có thể làm cho điốt bị phá hỏng vì nhiệt.

- Trong mạch ổn áp điốt ổn áp mắc song song với phụ tải.

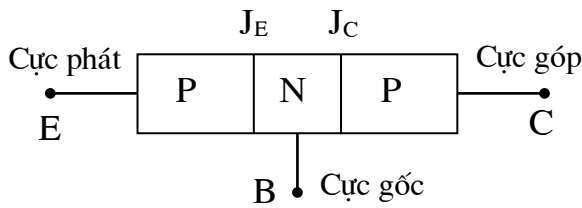
- Nếu U_V thay đổi, R_t không đổi, trên đặc tuyến V-A khi U_V thay đổi 1 lượng ΔU_V khá lớn nhưng U_Z thay đổi 1 lượng ΔU_Z rất nhỏ, đồng nghĩa mọi sự thay đổi của U_V đều hạ trên R_{hc} , đảm bảo điện áp ra tải không thay đổi.

- Nếu U_V không đổi, R_t thay đổi. Lúc đó nội trở của điốt thay đổi dẫn tới sự phân bố lại dòng điện qua điốt và qua tải đảm bảo cho điện áp ra tải là không đổi.

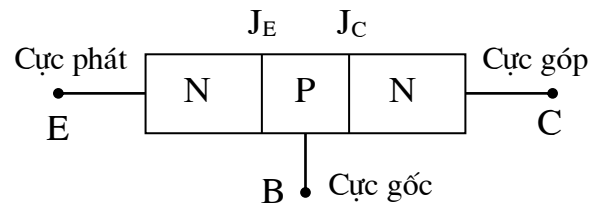
♣3. TRANZITO L- ỚNG CỰC (Tranzito bipolar)

Nếu trên cùng một đế bán dẫn ngược lại ta tạo ra hai tiếp giáp P-N ở gần nhau, dựa trên đặc tính dẫn điện của mỗi tiếp giáp và tác dụng cộng hưởng giữa chúng sẽ làm cho dụng cụ này có khả năng khuếch đại được những tín hiệu điện và khi đó ngược lại ta gọi là đèn bán dẫn 3 cực hay Tranzitor.

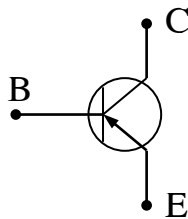
1. Cấu tạo



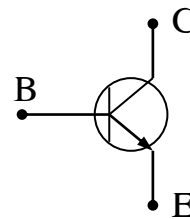
Hình a: Cấu tạo tranzito PNP



Hình b: Cấu tạo tranzito NPN



Hình d: Kí hiệu tranzito PNP



Hình d: Kí hiệu tranzito NPN

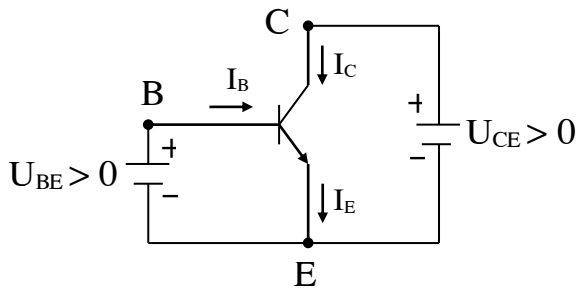
Gồm 3 lớp bán dẫn ghép liên tiếp nhau, hai lớp ngoài cùng có tính dẫn điện cùng loại, lớp ở giữa có tính dẫn điện khác với hai lớp ngoài. Tùy theo cách sắp xếp các khối bán dẫn mà ta có Tranzito thuận p-n-p (hình a) và Tranzito ngược n-p-n (hình b) được chỉ ra trên hình vẽ.

- Lớp (miền) bán dẫn thứ nhất gọi là lớp phát (Emitơ), có đặc điểm là nồng độ tạp chất lớn nhất, điện cực nối với nó gọi là cực phát E.
- Lớp thứ hai gọi là lớp gốc (Bazơ), có kích thước rất mỏng cỡ μm và nồng độ tạp chất ít nhất, điện cực nối với nó gọi là cực gốc B.
- Lớp thứ ba có nồng độ tạp chất trung bình gọi là lớp góp (Còlectơ), điện cực nối với nó gọi là cực góp C.
- Tiếp giáp giữa lớp phát với lớp gốc gọi là tiếp giáp phát J_E
- Tiếp giáp giữa lớp gốc với lớp góp gọi là tiếp giáp góp J_C
- Chiều mũi tên trong ký hiệu của Tranzito bao giờ cũng là chiều của điện áp phân cực thuận cho tiếp giáp phát J_E (có chiều từ bán dẫn P sang bán dẫn N).

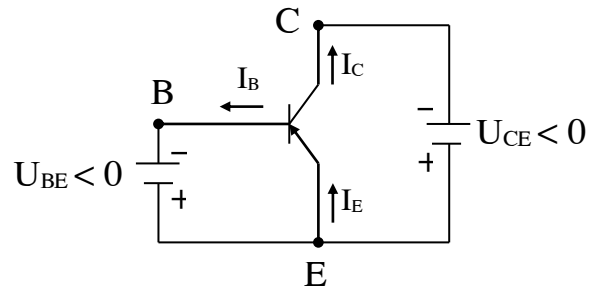
2. Nguyên lý làm việc.

Để cho Tranzito có thể làm việc ở chế độ khuếch đại tín hiệu điện, người ta phải đưa điện áp một chiều tới các điện cực của nó gọi là phân cực cho tranzito, sao cho tiếp giáp J_E phân cực thuận và tiếp giáp J_C phân cực ngược như hình vẽ.

Giả sử ta xét tranzito pnp như hình vẽ

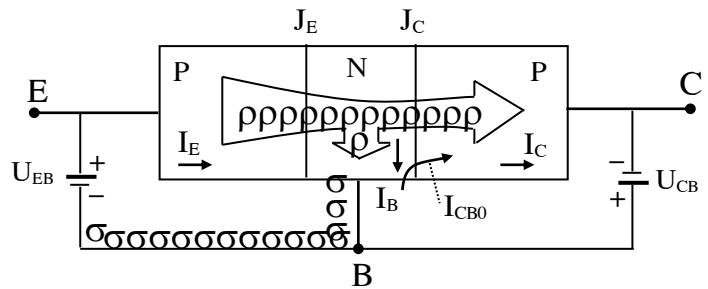


Hình a: Phân cực cho tranzito NPN



Hình b: Phân cực cho tranzito PNP

Do tiếp giáp J_E đ-ợc phân cực thuận bằng nguồn U_{EB} , điện tr-ờng U_{EB} này có tác dụng gia tốc các hạt dẫn điện đa số (lỗ trống) từ vùng phát qua J_E đến vùng gốc tạo thành dòng điện cực phát I_E . Do nồng độ các lỗ trống ở vùng phát lớn nên dòng điện cực phát I_E có giá trị lớn.



Khi đến vùng gốc, một phần nhỏ lỗ trống sẽ tái hợp với các điện tử đến từ cực âm của nguồn U_{EB} tạo thành dòng điện cực gốc I_B . Do vùng gốc có bề dày mỏng và nồng độ các hạt dẫn điện tử rất ít nên dòng điện cực gốc I_B rất nhỏ. Phần lớn các lỗ trống còn lại khuếch tán qua vùng gốc và di chuyển đến tiếp giáp J_C . Tại tiếp giáp J_C , điện tr-ờng U_{CB} thuận chiều với các hạt này nên sẽ cuốn chúng qua tiếp giáp J_C sang lớp góp để tạo thành dòng điện cực góp I_C .

Thực tế, vì tiếp giáp J_C phân cực ng-ợc nên trên nó vẫn tồn tại một dòng điện ng-ợc có trị số nhỏ (giống nh- dòng điện ng-ợc của điốt) I_{CB0} , do mật độ các hạt dẫn thiểu số nhỏ nên dòng I_{CB0} có trị số nhỏ, ta có thể bỏ qua.

Khi đó, ta có biểu thức dòng điện trong tranzito là:

$$I_E = I_B + I_C. \text{ Do } I_B \ll I_E, I_B \ll I_C \text{ nên } I_E \approx I_C$$

Để đánh giá mức độ hao hụt của dòng điện cực phát tại vùng cực gốc, ng-ời ta đ- a ra khái niệm gọi là hệ số truyền đạt dòng điện α :

$$\alpha = I_C / I_E, \quad \alpha \rightarrow 1 \text{ càng tốt.} \quad (1)$$

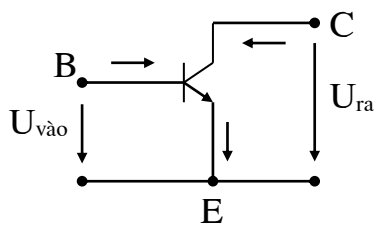
Để đánh giá tác dụng điều khiển của dòng điện cực gốc tới dòng điện cực góp ng-ời ta đ- a ra hệ số khuếch đại dòng điện β : $\beta = I_C / I_B$. (2)

Th-ờng $\beta =$ vài chục ÷ vài trăm lần, từ (1) và (2) ta có quan hệ: $\alpha = \beta / 1 + \beta$

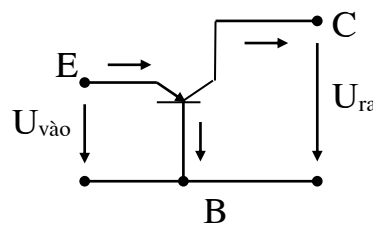
Đối với Tranzito ng- ọc P-N-P, nguyên lý làm việc cũng t- ong tự nh- tranzito thuận, chỉ khác là ở tranzito ng- ọc phân tử mang điện đa số ở cực phát là điện tử, đồng thời để cho sơ đồ hoạt động ta phải đổi lại cực tính của các nguồn điện cũng nh- đổi lại chiều của các dòng điện I_E, I_B, I_C .

3. Các cách mắc Tranzito ở chế độ khuếch đại.

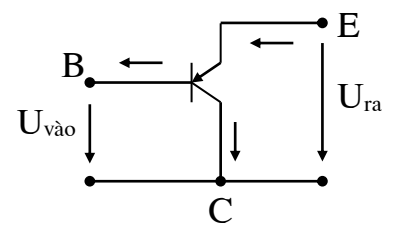
Để Tranzito có thể làm việc nh- một phần tử khuếch đại ng- ời ta mắc nó theo cách sau: Lấy 2 cực làm đầu vào, đầu thứ 3 còn lại cùng với 1 trong 2 cực đầu vào làm đầu ra. Nh- vậy, có tất cả 6 cách mắc, tuy nhiên chỉ có 3 cách mắc trong thực tế là có khả năng khuếch đại đ- ọc tín hiệu điện (I, U, P) đó là cách mắc chung Emitơ (EC), chung Bazơ (BC) và chung Cólêctơ (CC).



Hình a: Mắc EC



Hình b: Mắc BC



Hình c: Mắc CC

4. Các họ đặc tuyến tĩnh của Tranzito. Tr- ờng hợp tổng quát, có 4 họ đặc tuyến tĩnh:

- a- Đặc tuyến vào : $U_V = f(I_V)$ khi $U_{ra} = \text{const}$
- b- Đặc tuyến ra: $I_{ra} = f(U_{ra})$ khi $I_V = \text{const}$
- c- Đặc tuyến truyền đạt: $I_{ra} = f(I_V)$ khi $U_{ra} = \text{const}$
- d- Đặc tuyến phản hồi: $U_V = f(U_{ra})$ khi $I_V = \text{const}$

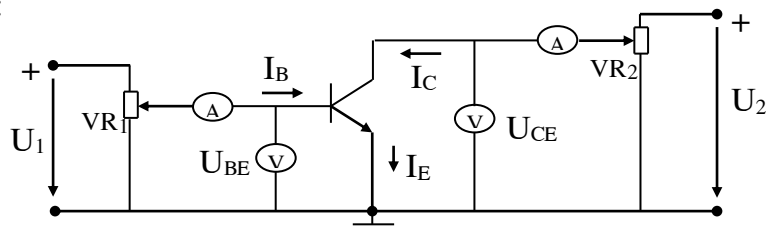
♣4. CÁC DẠNG MẮC MẠCH CƠ BẢN VÀ CÁC HỌ ĐẶC TUYẾN CỦA TRANZITO

1. Sơ đồ Emitơ chung (EC).

Trong cách mắc EC, điện áp vào đ- ọc lấy giữa cực B và cực E, điện áp ra lấy từ cực C và cực E. Dòng điện vào, điện áp vào, dòng điện ra và điện áp ra đ- ọc đo bằng miliampe kế và vôn kế nh- hình vẽ:

a- Họ đặc tuyến vào:

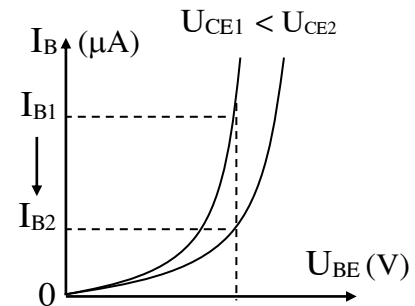
$$I_B = f(U_{BE}) \quad U_{CE} = \text{const}$$



Hình a: Sơ đồ lấy đặc tuyến

Ta dùng các nguồn U_1, U_2 để phân cực cho các tiếp giáp J_E, J_C .

Để xác định đặc tuyến vào, cần giữ $U_{CE} = \text{const}$, thay đổi trị số điện áp U_{BE} bằng cách điều chỉnh biến trở VR_1 và ghi lại các giá trị t-ong ứng I_B , thay đổi U_{CE} đến một giá trị khác và làm t-ong tự ta sẽ nhận đ-ợc họ đặc tuyến vào nh- hình vẽ.



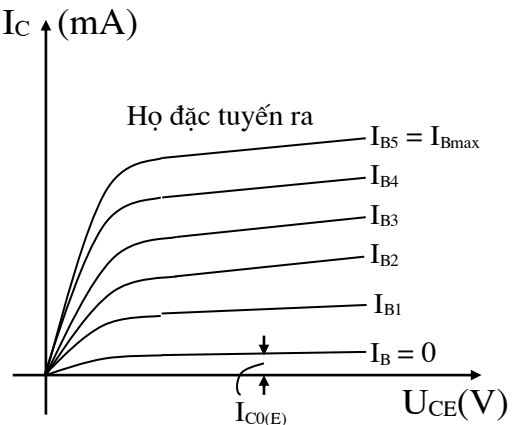
Ta thấy, đặc tuyến vào giống nh- đặc tuyến thuận của tiếp giáp P-N. Khi $U_{BE} > U_0$ thì dòng I_B tăng nhanh theo U_{BE} .

- □ng với một giá trị của U_{BE} khi tăng U_{CE} thì đặc tuyến dịch sang phải, dòng I_B giảm, vì: khi tăng U_{CE} tức là $U_{CE} = U_{CB} + U_{BE}$, coi $U_{BE} = \text{const}$, tức là tăng U_{CB} , điện áp ng-ợc của tiếp giáp J_C tăng vùng nghèo mở rộng chủ yếu về miền bazơ pha tạp ít, do đó khả năng tái hợp của điện tử và lỗ trống trong miền góc giảm → do đó dòng I_B giảm.

b- Họ đặc tuyến ra: $I_C = f(U_{CE})$ khi $I_B = \text{const}$

Để vẽ đặc tuyến ra, giữ $I_B = \text{const}$, thay đổi U_{CE} à ghi lại các giá trị t-ong ứng của dòng I_C . Thay đổi I_B đến giá trị cố định khác và làm t-ong tự nh- trên sẽ nhận đ-ợc họ đặc tuyến ra biểu thị mối quan hệ giữa J_{CE} với dòng I_C .

- Họ đặc tuyến ra chia làm 3 vùng: tuyến tính, bão hoà, cắt dòng:



+ Vùng tuyến tính (vùng khuếch đại): độ dốc đặc tuyến lớn, dòng I_C tăng nhanh theo U_{CE} vì trong vùng này U_{CE} (thực chất là U_{CB}) quyết định số l-ợng hạt mang điện đa số từ miền phát qua miền góc tới miền góp.

+ Vùng bão hoà: Khi U_{CE} có giá trị đủ lớn để toàn bộ các hạt mang điện đa số từ miền phát tới miền góc trừ đi một l-ợng rất nhỏ tạo thành dòng I_B chủ yếu chuyển sang cả miền góp. Khi đó dòng I_C hầu nh- không tăng, không phụ thuộc vào U_{CE} chỉ phụ thuộc vào dòng I_B (U_{BE}). Nếu tăng U_{CE} quá lớn, tiếp giáp J_C bị đánh thủng dòng qua đèn tăng nhanh, dẫn đến hỏng.

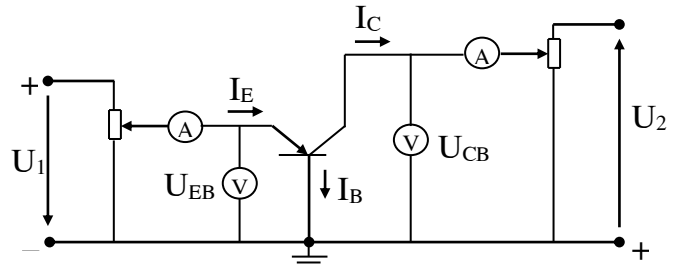
Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

+ Vùng cắt dòng: $I_B \leq 0$, dòng điện trên cực góp chỉ là dòng điện ng-ợc của tiếp giáp J_C (I_{C0E}).

- Họ đặc tuyến truyền đạt biểu thị mối quan hệ $I_C = f(I_B)$ khi $U_{CE} = \text{const}$ đ-ợc suy ra từ họ đặc tuyến ra.

2. Sơ đồ bazơ chung (BC).

Cực bazơ B dùng chung cho cả đầu vào và đầu ra. Tín hiệu vào đặt giữa cực E và cực B, tín hiệu ra đặt giữa cực C và cực B.

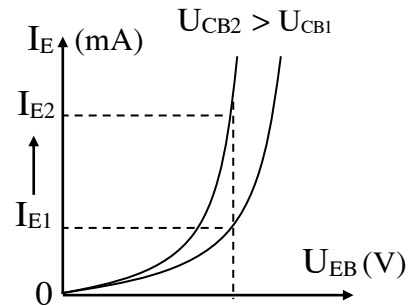


Hình a: Sơ đồ lấy đặc tuyến

a- Đặc tuyến vào: $I_E = f(U_{EB})$ khi $U_{CB} = \text{const}$

- Đặc tuyến vào cũng giống nh- đặc tuyến thuận của diốt, khi tăng U_{EB} thì dòng I_E tăng t-ơng ứng.

- □ng với cùng một giá trị của U_{EB} khi tăng U_{CB} thì dòng I_E tăng, vì: tăng U_{CB} làm điện áp phân cực ng-ợc tại J_C tăng, điện tr-ờng ng-ợc tại vùng này chính là



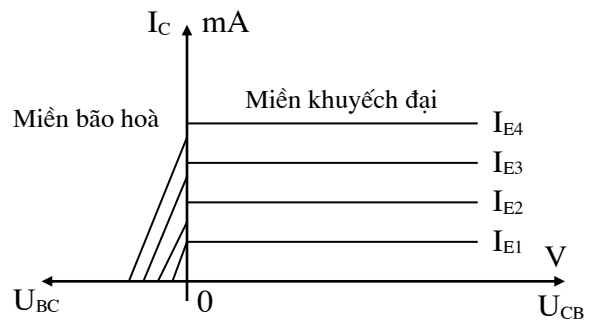
điện tr-ờng thuận đối với các hạt dẫn điện đa số ở miền phát làm cho các hạt dẫn điện từ miền gốc chuyển sang miền góp tăng, I_C tăng do đó I_E tăng.

b- Đặc tuyến ra: $I_C = f(U_{CB})$ khi $I_E = \text{const}$

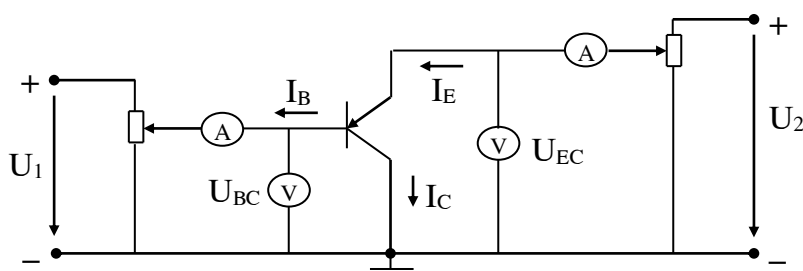
- Đặc tuyến ra là các đ-ờng thẳng gần nh- song song nhau. $I_C \approx I_E$ (th-ờng $I_C \leq I_E$).

Đặc tuyến ra không xuất phát từ gốc 0.

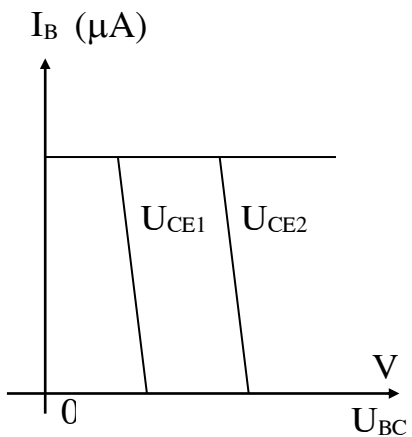
- Khi $U_{CB} = 0$ vẫn tồn tại dòng $I_C \neq 0$. Vì khi đó trên tiếp giáp J_C vẫn tồn tại một điện tr-ờng tiếp xúc h-ớng từ khối N sang khối P, nó đẩy các hạt dẫn điện từ miền gốc sang miền góp, do đó $I_C \neq 0$.



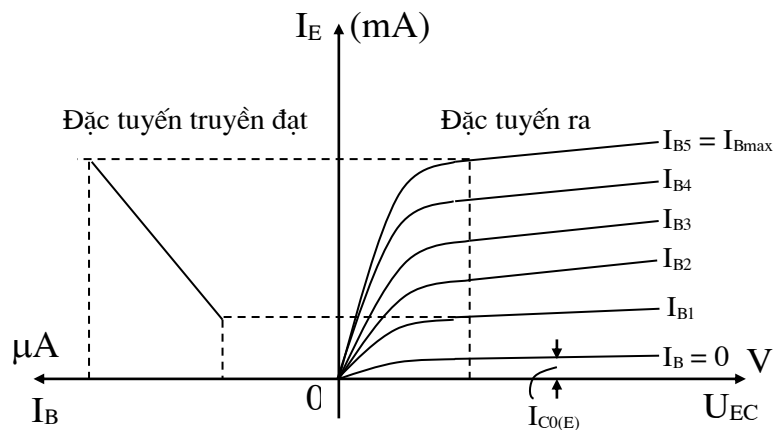
3. Sơ đồ Côlêctơ chung (CC): Cực Côlêctơ dùng chung cho cả đầu vào và đầu ra.



Hình a: Sơ đồ lấy đặc tuyến



Hình b: Đặc tuyến vào



Hình c: Đặc tuyến ra

- Họ đặc tuyến vào của sơ đồ CC có dạng khác hẳn, nó không xuất phát từ gốc 0, vì trong cách mắc này điện áp vào U_{BC} phụ thuộc rất nhiều vào điện áp ra U_{EC} . Khi U_{BC} tăng, $U_{EC} = \text{const}$, khi đó U_{EB} giảm làm giảm dòng I_B . Dòng I_B giảm về bằng 0 khi $U_{BC} = U_{EC}$, khi đó $U_{EB} = 0$.

- Họ đặc tuyến ra t-ong tự nh- họ đặc tuyến ra của sơ đồ mắc EC bởi vì coi $I_C \approx I_E$.

§5. PHÂN CỰC VÀ ỔN ĐỊNH ĐIỂM LÀM VIỆC CỦA TRANZITO

1. Nguyên tắc chung phân cực cho Tranzito

Muốn tranzito làm việc nh- một phần tử tích cực thì các tham số của tranzito phải thoả mãn các điều kiện thích hợp, các tham số này phụ thuộc rất nhiều vào điện áp phân cực của các tiếp giáp J_E và J_C . Có nghĩa là các tham số này phụ thuộc vào vị trí điểm làm việc của tranzito.

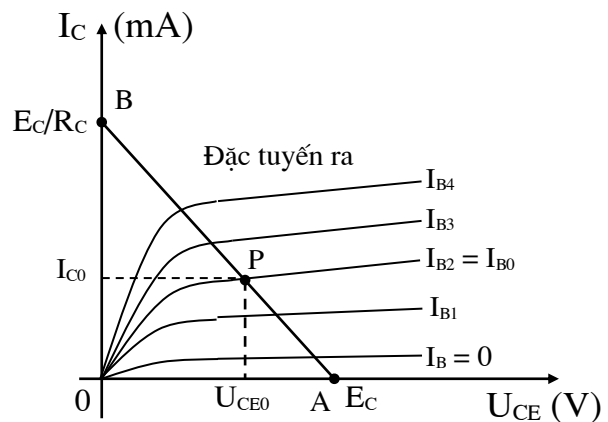
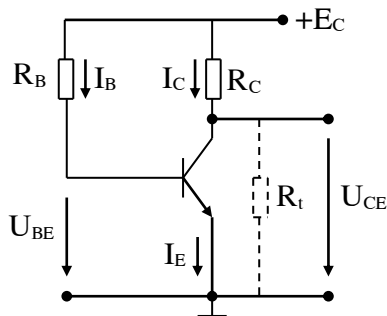
Muốn Tranzito làm việc ở chế độ khuếch đại cần thoả mãn các điều kiện sau:

- Tiếp giáp J_E phân cực thuận
- Tiếp giáp J_C phân cực ng-ợc.

2. Đ-ờng tải tĩnh và điểm làm việc tĩnh.

* Đ-ờng tải tĩnh đ-ợc vẽ trên họ đặc tuyến ra tĩnh để nghiên cứu mối quan hệ giữa dòng điện và điện áp khi mắc nó trong một mạch cụ thể nào đó.

* Điểm làm việc tĩnh (hay còn gọi là điểm phân cực) là giao điểm của đ-ờng tải tĩnh với đ-ờng đặc tuyến ra tĩnh xác định dòng điện và điện áp trên tranzito khi không có tín hiệu vào hay xác định điều kiện phân cực cho tranzito.



Ta có:

Ph-ong trình của đ-ờng tải một chiều: $U_{CE} = E_C - I_C \cdot R_C$ đây là ph-ong trình đ-ờng thẳng nên chỉ cần xác định 2 điểm đặc biệt:

- + Điểm không tải: A ($E_C, 0$).
- + Điểm ngắn mạch: B ($0, E_C / R_C$).

Ta có ph-ong trình mạch vào: $I_B \cdot R_B + U_{BE} = E_C \rightarrow I_B = I_{B0} = E_C - U_{BE} / R_B$.

Th-ờng $U_{BE} \approx (0,3 \div 0,7) \text{ V}$.

- Giao điểm của đ-ờng tải tĩnh AB với đặc tuyến ra tĩnh tại giá trị $I_B = I_{B0}$ gọi là điểm làm việc tĩnh P. Từ P giống xuống các trục tọa độ tìm đ-ợc I_{C0}, U_{CE0} . Các giá trị I_{B0}, I_{C0}, U_{CE0} xác định chế độ tĩnh của tranzito khi ch- a có tín hiệu vào.

3. Ổn định điểm làm việc tĩnh khi nhiệt độ thay đổi.

Tranzito là linh kiện phụ thuộc nhiều vào nhiệt độ, hai đại l-ợng phụ thuộc rõ rệt nhất vào nhiệt độ là điện áp U_{BE} và dòng điện ng- ợc I_{CBO} . Nh-ng ảnh h- ởng của nhiệt độ tới dòng I_{CBO} lớn hơn nhiều so với ảnh h- ởng của nhiệt độ tới điện áp U_{BE} . Do đó, khi nói tới ổn định nhiệt cho tranzito là nói tới ổn định nhiệt cho dòng I_{CBO} .

4. Các ph-ong pháp phân cực cho tranzito.

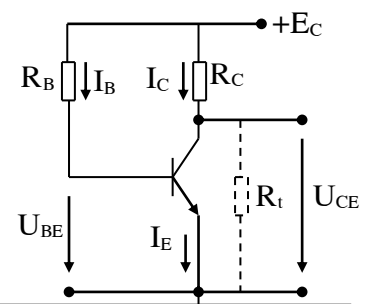
a- Phân cực tranzito bằng dòng không đổi.

Phân cực bằng dòng không đổi là ph-ong pháp tạo ra dòng điện không đổi trong suốt quá trình làm việc của tranzito.

Giả sử ta có sơ đồ phân cực nh- hình bên:

dòng I_B đ- ợc cố định bằng nguồn E_C và điện trở R_B .

Ta có:
$$I_B = \frac{E_C - U_{BE}}{R_B}$$



Khi làm việc $U_{BE} \approx (0,3 \div 0,7) \text{ V}$, rất nhỏ ta có thể bỏ qua

$\rightarrow I_B \approx E_C / R_B =$ không đổi.

* Nhận xét: - Độ ổn định nhiệt khá lớn và nó phụ thuộc vào hệ số khuếch đại dòng điện của tranzito.

- Phương pháp phân cực này được sử dụng khi yêu cầu về độ ổn định nhiệt không cao.

b- Phân cực Tranzito bằng điện áp phản hồi.

Một phần điện áp ra U_{CE} được đưa về đầu vào qua R_B tạo nên dòng I_B điều khiển cho sơ đồ.

□ cách mắc này, lợi dụng sự tăng của dòng I_C làm giảm dòng I_B dẫn tới dòng I_C giảm, đưa dòng I_C quay trở về giá trị ban đầu.

Ta có phương trình mạch ra:

$$E_C = (I_B + I_C) \cdot R_C + U_{CE} \quad (1)$$

Phương trình mạch vào:

$$E_C = (I_B + I_C) \cdot R_C + I_B \cdot R_B + U_{BE} \quad (2)$$

vì U_{BE} nhỏ. Từ (1) và (2) suy ra:

$$I_B \cdot R_B \approx U_{CE} \quad (3).$$

- nếu t^0 tăng $\rightarrow I_{CB0}$ tăng $\rightarrow I_C$ tăng $\rightarrow U_{CE}$ giảm $\rightarrow I_B$ giảm $\rightarrow I_C$ giảm.

- nếu t^0 giảm $\rightarrow I_{CB0}$ giảm $\rightarrow I_C$ giảm $\rightarrow U_{CE}$ tăng $\rightarrow I_B$ tăng $\rightarrow I_C$ tăng.

Như vậy với cơ cấu hồi tiếp này dòng I_C được giữ tương đối ổn định.

* Sơ đồ này có độ ổn định nhiệt tốt hơn mạch phân cực bằng dòng không đổi, tuy nhiên cả hai mạch phân cực này không thể tăng độ ổn định nhiệt lên cao vì điểm làm việc tĩnh và độ ổn định nhiệt của mạch phụ thuộc lẫn nhau nên chất lượng ổn định không cao.

c- Phân cực bằng dòng Emitơ (tự phân cực).

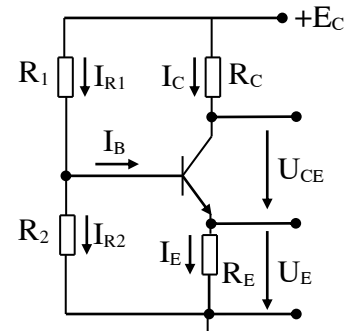
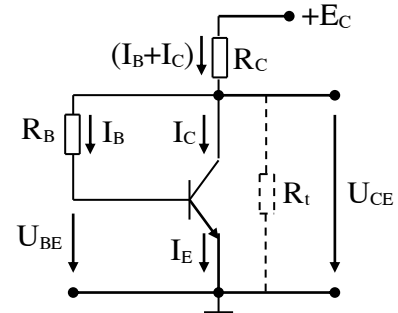
□ sơ đồ này, điện trở R_1, R_2 tạo thành bộ phân áp tạo điện áp U_B đặt vào cực gốc của tranzito.

$$\text{Vì: } I_E = \frac{U_E}{R_E} = \frac{U_B - U_{BE}}{R_E}$$

Vì dòng I_B nhỏ nên dòng qua R_1 bằng dòng qua R_2

$$\rightarrow U_B = \frac{E_C}{R_1 + R_2} \cdot R_2. \text{ Nếu } U_{BE} \text{ rất nhỏ so với } U_B, \text{ thì:}$$

$$I_E \approx U_B / R_E = \text{const}$$



- nếu t^0 tăng $\rightarrow I_{CB0}$ tăng $\rightarrow I_C$ tăng $\rightarrow I_E$ tăng $\rightarrow U_E$ tăng $\rightarrow U_{BE}$ giảm \rightarrow Tranzito khoá bớt lại làm giảm dòng $I_B \rightarrow$ giảm dòng $I_E \rightarrow I_C$ giảm.

- nếu t^0 giảm $\rightarrow I_{CB0}$ giảm $\rightarrow I_C$ giảm $\rightarrow I_E$ giảm $\rightarrow U_E$ giảm $\rightarrow U_{BE}$ tăng \rightarrow Tranzito mở thêm làm tăng dòng $I_B \rightarrow$ tăng dòng $I_E \rightarrow I_C$ tăng.

* Nhận xét: Sơ đồ có độ ổn định nhiệt cao, đây là sơ đồ phân cực cơ bản đ-ợc sử dụng nhiều trong thực tế..

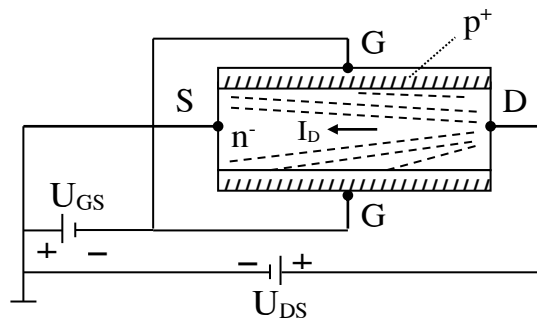
§6. TRANZITO TR-ỜNG <FET> (Field Effect Tranzito)

* Định nghĩa: Tranzito tr-ờng FET (hay đúng hơn là tranzito hiệu ứng tr-ờng) là một loại tranzito đơn cực nó làm việc dựa trên hiệu ứng tr-ờng và là dụng cụ điều khiển bằng điện áp và chỉ dẫn điện bằng 1 loại hạt dẫn (n hoặc p). FET chia ra 2 nhóm:

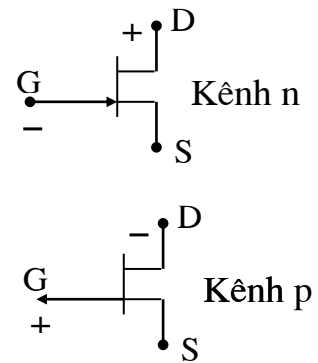
- + Nhóm có cực cửa tiếp giáp JFET.
- + Nhóm có cực cửa cách ly MOSFET.

I. Tranzito tr-ờng có cực cửa tiếp giáp JFET.

1. Cấu tạo và kí hiệu.



Hình a: Cấu tạo



Hình b: Kí hiệu

Trên một khối bán dẫn loại n (hoặc p) có nồng độ tạp chất thấp, ng-ời ta tạo ra xung quanh nó một lớp bán dẫn loại p (hoặc n) có nồng độ tạp chất cao.

Toàn bộ cấu trúc lấy ra 3 điện cực: cực nguồn S (Source), cực máng D (Drain), cực cửa G (Gate).

Nh- vậy, giữa cực S và cực D hình thành nên 1 kênh dẫn điện loại n và nó đ-ợc cách ly với cực cửa G bởi một lớp tiếp giáp p-n.

Cực cửa G đóng vai trò là cực điều khiển khi thay đổi điện áp đặt vào nó.

2. Nguyên lý hoạt động.

Xét loại kênh dẫn n.

Để JFET làm việc ta phân cực cho nó bởi 2 nguồn điện áp: $U_{DS} > 0$, $U_{GS} < 0$.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Giữa cực D và cực S có một điện trường mạnh do nguồn điện cực máng U_{DS} cung cấp, nguồn này có tác dụng đẩy các hạt điện tích đa số (điện tử) từ cực nguồn S tới cực máng D, hình thành nên dòng điện cực máng I_D .

- Điện áp điều khiển $U_{GS} < 0$ luôn làm cho tiếp giáp p-n bị phân cực ngược, do đó bề rộng vùng nghèo tăng dần khi $U_{GS} < 0$ tăng dần. Khi đó tiết diện dẫn điện giảm dần, điện trở R kênh dẫn tăng lên làm dòng I_D giảm xuống và ngược lại.

Nh- vậy: điện áp điều khiển U_{GS} có tác dụng điều khiển đối với dòng điện cực máng I_D .

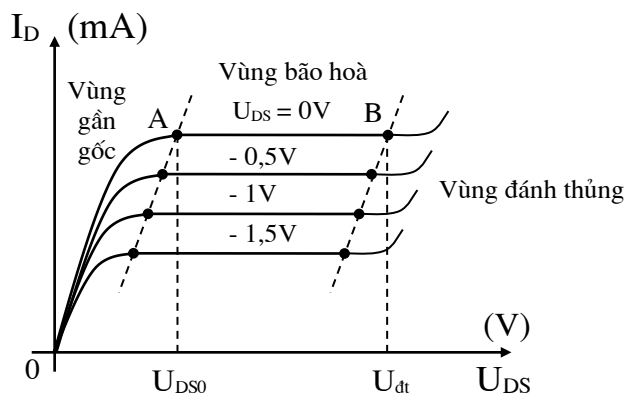
- Trường hợp: $U_{DS} > 0, U_{GS} = 0$ trong kênh dẫn xuất hiện dòng điện I_D có giá trị phụ thuộc vào U_{DS} .

- $U_{DS} > 0, U_{GS} < 0$ tăng dần, bề rộng vùng nghèo mở rộng về phía cực D vì với cách mắc nh- hình vẽ thì điện thế tại D lớn hơn điện thế tại S do đó mức độ phân cực ngược tăng dần từ S tới D \rightarrow tiết diện kênh dẫn giảm dần là cho dòng I_D giảm dần.

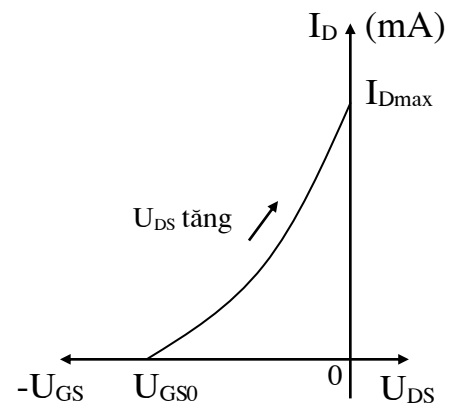
3. Các họ đặc tuyến của JFET.

- Họ đặc tuyến ra: $I_D = f(U_{DS})$ khi $U_{GS} = \text{const}$

- Họ đặc tuyến truyền đạt: $I_D = f(U_{GS})$ khi $U_{DS} = \text{const}$



Hình c: Đặc tuyến ra



Hình d: Đặc tuyến truyền đạt

- Đặc tuyến ra chia làm 3 vùng:

+ Vùng gần gốc (đoạn OA): Dòng I_D tăng gần nh- tuyến tính theo U_{DS} vì khi đó kênh dẫn đóng vai trò nh- 1 điện trở thuần cho đến khi đặc tuyến bị uốn mạnh tại điểm A. Tại đó bắt đầu xuất hiện hiện tượng thắt kênh, dòng I_D hầu nh- không tăng theo U_{DS} . Điện áp tại điểm A gọi là điện áp thắt kênh.

+ Vùng bão hoà (đoạn AB): Dòng I_D hầu nh- không phụ thuộc vào U_{DS} nh- phụ thuộc mạnh vào U_{GS} . Khi $U_{GS} < 0$ tăng dần dòng I_D càng giảm. Hiện tượng thắt kênh xảy ra sớm hơn, điểm thắt kênh dịch dần về gốc tọa độ.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

+ Vùng đánh thủng: Khi U_{DS} đủ lớn, dòng I_D tăng đột ngột do tiếp giáp p-n bị đánh thủng tại khu vực gần D do tại vùng này điện áp phân cực ng-ợc đặt lên tiếp giáp p-n là lớn nhất.

4. Các tham số của JFET.

a- Tham số giới hạn: - $I_{D,max}$ là dòng cực đại qua đèn ứng với điểm B trên đặc tuyến ra ứng với $U_{GS} = 0\text{ V}$ ($\approx 50\text{mA}$).

- $U_{DS,maxcp} \approx U_B / (1,2 \div 1,5) \approx$ vài chục vôn.

b- Tham số làm việc: - Điện trở trong: $r_i = r_{DS} = \partial U_{DS} / \partial I_D \approx 0,5\text{ M}\Omega$. Thể hiện độ dốc của đặc tuyến ra trong vùng bão hoà.

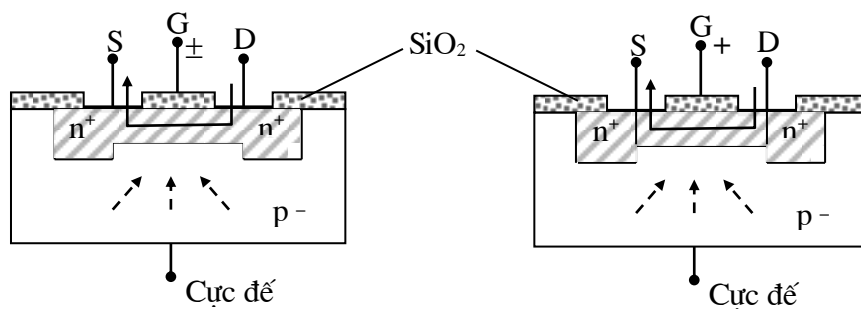
- Hồ dẫn truyền đạt: cho biết tác dụng điều khiển của điện áp cực cửa U_{GS} tới dòng điện cực máng I_D .

II. Tranzito tr-ờng có cực cửa cách ly MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor FET)

Có hai loại: - Kênh n (hoặc p) đặt sẵn.

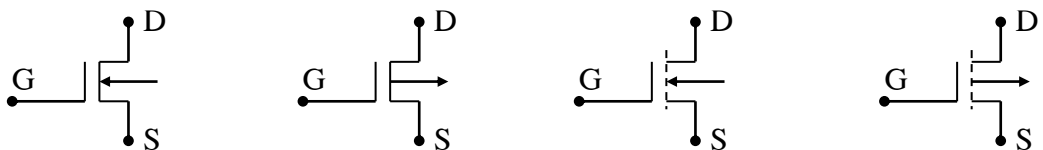
- Kênh p (hoặc n) cảm ứng.

1. Cấu tạo.



Hình a: Kênh n đặt sẵn

Hình b: Kênh n cảm ứng



Kênh n đặt sẵn

Kênh p đặt sẵn

Kênh n cảm ứng

Kênh p cảm ứng

Xét loại kênh dẫn n.

Trên một khối bán dẫn loại p, ng-ời ta tạo ra hai vùng bán dẫn loại n có nồng độ tạp chất cao.

- Với kênh đặt sẵn, thì kênh dẫn hình thành ngay trong quá trình chế tạo hoặc chỉ hình thành khi có điện tr-ờng ngoài đối với loại kênh đặt sẵn.

- Trên hai khối bán dẫn n^+ lấy ra hai điện cực là cực nguồn S và cực máng D. Phía đối diện với kênh dẫn sau khi phủ 1 lớp cách điện SiO_2 lấy ra điện cực thứ 3 gọi là cực cửa G.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Nếu trong quá trình chế tạo, cực S đã đ-ợc nối với phiến đế thì MOSFET có 3 cực: S, D, G. Tr-ờng hợp phiến đế ch- a đ-ợc nối với S mà đ-ợc dẫn ra ngoài nh- là cực thứ 4, cực này gọi là cực đế.

2. Nguyên lý làm việc.

a- Với kênh n đặt sẵn.

- Khi $U_{DS} > 0$; $U_{GS} > 0$, các điện tử tự do từ vùng đế đ-ợc hút về phía gần cực cửa G làm cho kênh dẫn có nồng độ hạt dẫn tăng lên \rightarrow điện trở R kênh dẫn giảm \rightarrow dòng I_D tăng, ta nói đèn làm việc ở chế độ giàu.

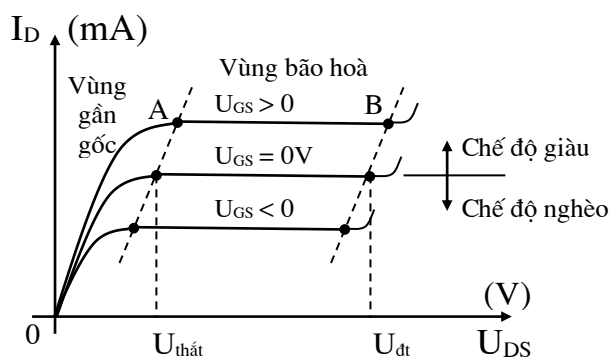
- Nếu $U_{GS} < 0$, một số điện tử từ kênh dẫn bị đẩy ra khỏi kênh dẫn làm cho các hạt dẫn điện của kênh dẫn giảm \rightarrow R kênh tăng \rightarrow dòng I_D giảm \rightarrow ta nói đèn làm việc ở chế độ nghèo.

b- Với kênh n cảm ứng.

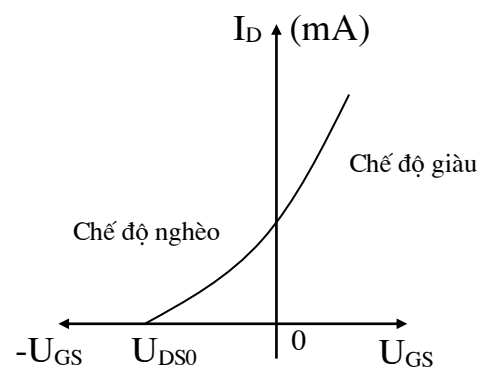
- Khi $U_{DS} > 0$; $U_{GS} \leq 0 \rightarrow$ dòng I_D qua đèn = 0 vì giữa cực D và cực S tồn tại một điện trở rất lớn.

- Khi $U_{DS} > 0$; $U_{GS} > 0 \rightarrow$ các điện tử bị hút về phía cực G tập chung tạo thành kênh dẫn nối giữa cực D và cực S \rightarrow xuất hiện dòng I_D . Khi U_{DS} càng lớn \rightarrow R kênh dẫn càng giảm \rightarrow dòng I_D càng tăng. Nh- vậy loại này chỉ làm việc ở chế độ giàu.

3. Đặc tuyến V-A.



Hình a: Đặc tuyến ra kênh n đặt sẵn



Hình b: Đặc tuyến truyền đạt

* Nhận xét: Đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt của MOSFET t-ong tự nh- JFET, chỉ khác:

- Với MOSFET kênh n đặt sẵn, điện áp điều khiển U_{GS} có thể âm hoặc d-ong t-ong ứng đèn làm việc ở chế độ giàu và chế độ nghèo.

- Loại MOSFET kênh n cảm ứng chỉ làm việc ở chế độ giàu.

4. Đặc điểm của Tranzito tr-ờng.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Vì kênh dẫn và cực điều khiển cách ly về điện nên việc điều khiển dòng điện ra không ảnh hưởng đến công suất của nguồn tín hiệu vào.

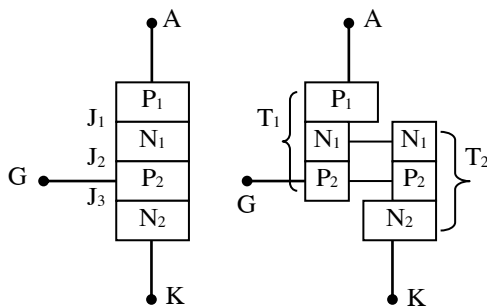
- Điện trở đầu vào lớn ($10^9 \div 10^{12}$) Ω , dòng điện rò đầu vào ≈ 0 , cho phép tranzito trong có khả năng khuếch đại được những nguồn tín hiệu có công suất cực kỳ yếu.

- Giữa cực D và cực S có tính chất đối xứng, khi thay đổi vị trí của hai cực này, tính chất của tranzito hầu như không thay đổi.

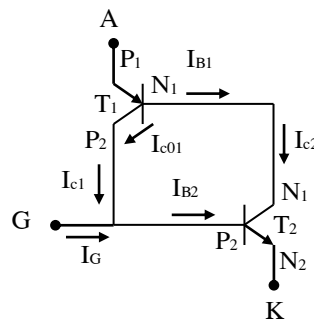
* Ứng dụng: dùng để khuếch đại tín hiệu, tạo sóng, phối hợp trở kháng và được dùng trong các mạch nắn điện có điều khiển

§7. THYRISTO

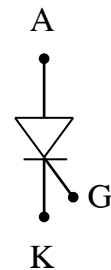
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc.



Hình a: Cấu tạo



Hình b: Sơ đồ tranzito ghép nối tiếp nhau



Hình c: Ký hiệu

a. Cấu tạo.

Gồm 4 lớp bán dẫn P_1, N_1, P_2, N_2 đặt xen kẽ nhau, giữa các lớp bán dẫn hình thành các tiếp giáp J_1, J_2, J_3 .

Điện cực nối với P_1 gọi là Anốt (A), nối với P_2 gọi là cực điều khiển G, điện cực nối với N_2 gọi là Katốt (K).

b- Nguyên lý làm việc:

Để tiện cho quá trình phân tích nguyên lý làm việc của Thyristo, ta coi Thyristo như 2 tranzito T_1, T_2 khác loại mắc nối tiếp nhau như hình vẽ b.

* Trờng hợp cực G hở mạch ($I_G = 0$).

- Khi $U_{AK} > 0 \rightarrow J_1, J_3$ phân cực thuận, J_2 phân cực ngược, khi đó toàn bộ điện áp U_{AK} đặt lên J_2 . Khi U_{AK} còn nhỏ trong mạch chỉ có dòng bão hòa ngược của chuyển tiếp J_2 (I_{c01}).

- Khi $U_{AK} > 0$ đủ lớn \rightarrow tăng mức độ phân thuận cho tiếp giáp J_1, J_3 , tăng phân cực ngược cho J_2 . Khi U_{AK} tăng tới điện áp đánh thủng $J_2 \rightarrow J_2$ bị đánh thủng trở thành dẫn điện. Khi đó J_1, J_3 coi như 2 điốt phân cực thuận mắc nối tiếp và nối tắt qua $J_2 \rightarrow$ khi đó

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

Thyristo chuyển sang trạng thái mở. Khi Thyristo mở, nội trở của nó giảm về giá trị rất nhỏ coi nh- bằng 0. Điện áp rơi trên hai cực A và K sẽ là:

$$U_{AK} = U_{EC1} + U_{BE2} \approx 0,2V + 0,7V \approx 0,9V.$$

Nh- vậy: Ph- ong pháp tăng điện áp phân cực thuận U_{AK} để Thyristo chuyển từ khoá sang mở gọi là ph- ong pháp kích mở bằng điện áp thuận (ph- ong pháp kích mở tự nhiên).

→ ph- ong pháp này không dùng trong thực tế

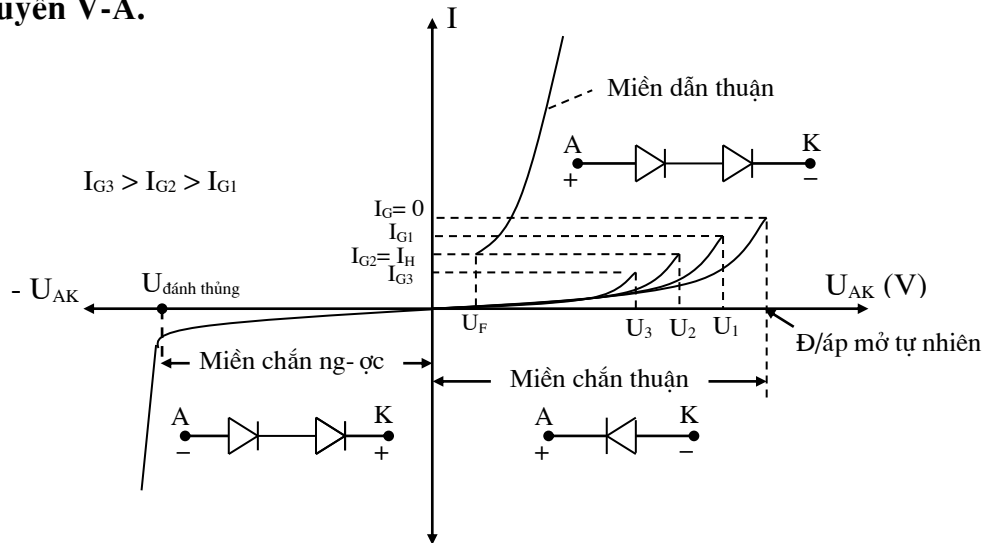
- Khi $U_{AK} < 0$ → J_1, J_3 phân cực ng- ợc, J_2 phân cực thuận, dòng qua Thyristo là dòng rò ng- ợc (chiều từ K → A) có trị số nhỏ.

- Khi $U_{AK} < 0$ đến giá trị $U_{ng.max}$ → J_1, J_3 bị đánh thủng → dòng ng- ợc qua Thyristo tăng nhanh → Thyristo bị hỏng.

* Tr- ờng hợp $I_G \neq 0$ (ph- ong pháp kích mở bằng dòng điều khiển).

Khi $U_{AK} < U_{kích mở tự nhiên}$ ta đặt 1 điện áp $U_{GK} > 0$ → điện áp U_{GK} tạo ra dòng ($I_G + I_{c01}$), nếu dòng này lớn hơn dòng mở của tranzito T_2 → T_2 mở → T_1 mở → Thyristo chuyển sang trạng thái mở hoàn toàn. Khi Thyristo đã mở thì sự có mặt của dòng I_G không còn có ý nghĩa. Nh- vậy, ta chỉ cần đ- a 1 điện áp U_{GK} có giá trị nhỏ (1 xung điện áp d- ong có biên độ, độ rộng đủ lớn) làm mở Thyristo.

2- Đặc tuyến V-A.



Hình d: Đặc tuyến V-A của Thyristo

Trong đó: U_F là điện áp dẫn thuận

- Đặc tuyến V-A của Thyristo chia làm 3 vùng: miền chặn thuận, miền chặn ng- ợc, miền dẫn thuận.

- Từ đặc tuyến, thực tế đã chứng minh: điện áp thuận đặt lên A và K càng giảm nếu dòng điều khiển I_G càng tăng.

$$U_1 > U_2 > U_3 \dots$$

$$I_{G1} < I_{G2} < I_{G3} \dots$$

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

* Chú ý: Khi Thyristo đang thông (mở), để duy trì trạng thái mở của nó ta phải giữ cho dòng I_{AK} lớn hơn 1 giá trị gọi là dòng điện ghim I_H .

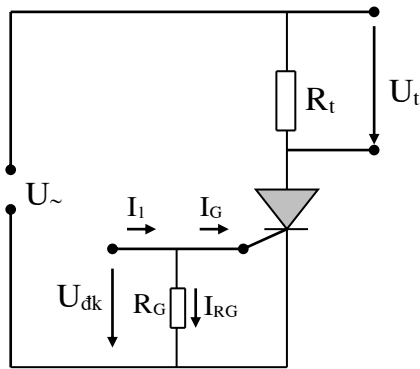
Muốn khoá Thyristo:

- Giảm dòng $I_{AK} < I_H$ (không dùng)
- Phân cực ng-ợc $U_{AK} < 0$ (đ-ợc dùng trong thực tế).

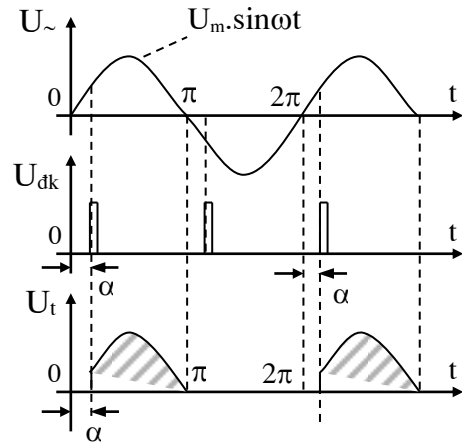
* Tóm lại: Điều kiện Thyristo mở là: $U_{AK} > 0, U_{GK} > 0$

3. Một số ứng dụng của Thyristo.

a. Mạch chỉnh l- u không chế kiểu pha xung.



Hình a: Sơ đồ nguyên lý



Hình b: Giải đồ điện áp

Nếu đ- a đến cực khống chế G một chuỗi xung kích thích để Thyristo chỉ mở ở các thời điểm nhất định thì dòng và áp trên tải chỉ là từng phần của nửa chu kỳ d- ong.

Giá trị trung bình của điện áp trên tải:

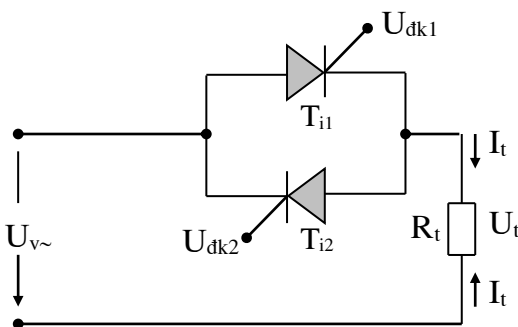
$$U_{TB} = \frac{1}{2\pi} \cdot \int_{\alpha}^{\pi} U_m \sin \omega t d\omega t = \frac{1}{2\pi} U_m (1 + \cos \alpha)$$

Ví dụ: Cho $U_V = 220 \sin \omega t$, $f = 50 \text{ Hz}$, $U_{TB} = 40 \text{ V}$, xác định góc mở α ?

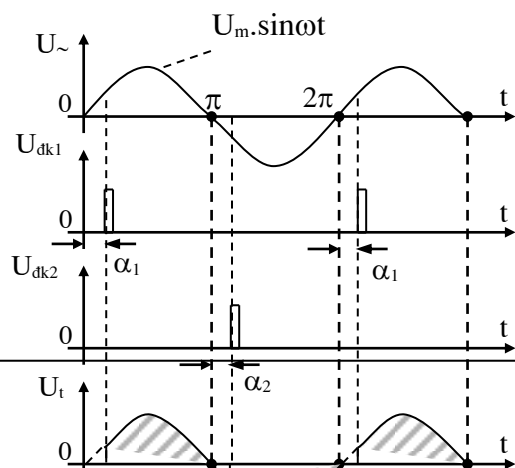
Giải:

Thay các thông số vào công thức trên, ta đ- ợc: $\alpha \approx 82^\circ$

b. Mạch khống chế đảo chiều mắc song song.

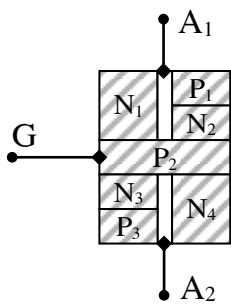


Hình a: Sơ đồ nguyên lý

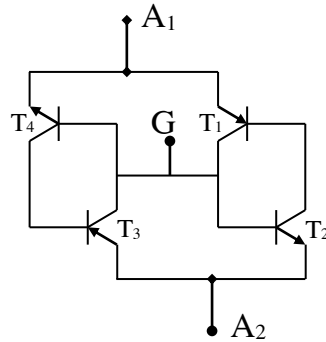


§8. TRIÁC

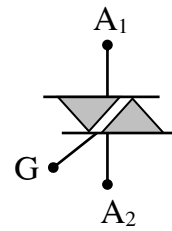
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc.



Hình a: Cấu tạo



Hình b: Sơ đồ t-ơng đ-ơng



Hình c: Kí hiệu

Triac có cấu trúc giống nh- hai Thyristo mắc song song ngược, chung cực điều khiển. Do vậy ta không phân biệt Anốt, Katốt mà A_1, A_2 vừa đóng vai trò Anốt vừa đóng vai trò Katốt, tùy thuộc vào điện áp phân cực $U_{A_1A_2}$.

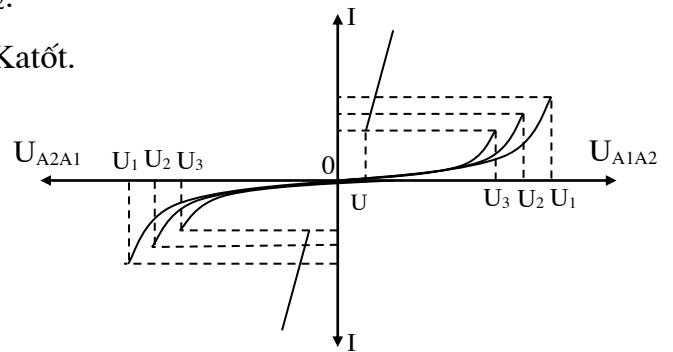
Ví dụ: $U_{A_1A_2} > 0 \rightarrow A_1$ là Anốt, A_2 là Katốt.

* Nhận xét: - Triac có khả năng dẫn điện theo cả hai chiều.

- Cũng nh- Thyristo, Triac có thể đ-ợc kích mở bằng hai ph-ơng pháp đó là ph-ơng pháp kích mở bằng điện áp thuận ($I_G = 0$) và ph-ơng pháp kích mở

bằng dòng điều khiển $I_G \neq 0$. Do có tính dẫn điện theo cả hai chiều nên nó th-ờng đ-ợc dùng trong các mạch biến đổi điện áp xoay chiều thành xoay chiều.

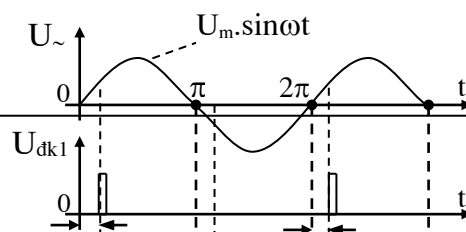
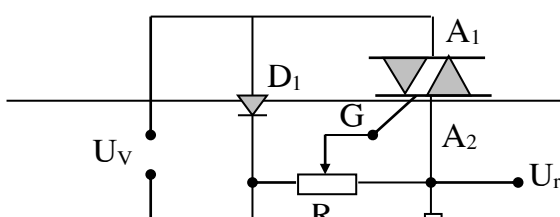
* Đặc tuyến V-A: gồm hai phần đối xứng nhau qua gốc tọa độ 0.



Hình d: Đặc tuyến V-A của Triac

2. Ứng dụng.

a- Mạch biến đổi xoay chiều □ xoay chiều công suất nhỏ.



Trong các mạch biến đổi xoay chiều- xoay chiều công suất nhỏ ta có thể dùng trực tiếp Triac. Sơ đồ nguyên lý và dạng điện áp nh- hình vẽ.

* Tóm tắt nguyên lý hoạt động:

- Nửa chu kỳ d- ơng của U_V : D_1 mở, D_2 khoá \rightarrow xuất hiện dòng điều khiển qua $D_1 \rightarrow R \rightarrow$ cực G \rightarrow tải.

- Nửa chu kỳ âm: D_1 khoá, D_2 mở \rightarrow dòng điều khiển qua $D_2 \rightarrow R \rightarrow$ cực G.. Nh- vậy: trên tải nhận đ- ợc một phần điện áp xoay chiều. Khi điều chỉnh biến trở R ta có thể thay đổi đ- ợc góc mở α , do đó thay đổi đ- ợc giá trị trung bình của điện áp trên tải.

b- Mạch biến đổi xoay chiều-xoay chiều công suất lớn.

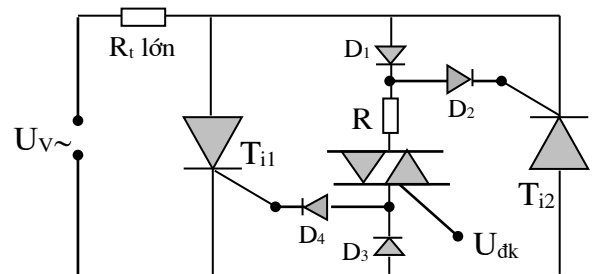
Trong tr- ờng hợp tải lớn mà Triac không thoả mãn, ta sử dụng 2 Thyristo mắc song song ng- ợc. Trong đó Triac đóng vai trò tạo dòng điều khiển I_G cho các Thyristo.

* Nguyên lý hoạt động:

- Nửa chu kỳ d- ơng của điện áp xoay chiều, nếu đồng thời có xung điều khiển đến cực G

của Triac thì Triac dẫn dòng điều khiển qua cực G của Triac thì Triac dẫn dòng điều khiển qua $D_1, R, \text{Triac}, D_4$, kích mở Thyristo T_1 (lúc đó D_3 khoá).

- Nửa chu kỳ âm: D_1 khoá, dòng điều khiển qua $D_3, \text{Triac}, R, D_2$, kích mở Thyristo T_2 . Ta chọn D_1, D_2, D_3, D_4 cùng loại để dòng điều khiển vào 2 Thyristo có giá trị bằng nhau do đó góc mở α của 2 Thyristo bằng nhau.



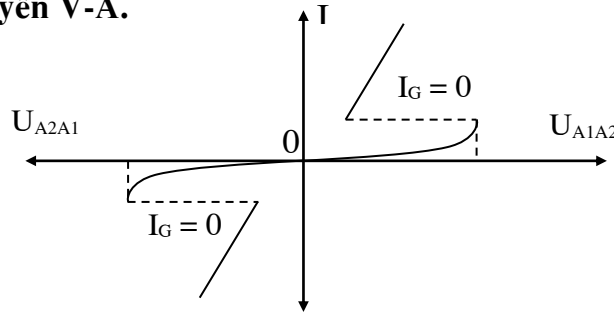
Sơ đồ nguyên lý

§9. ĐIÁC

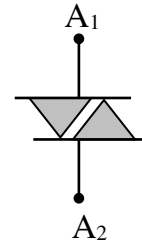
1. Cấu tạo, nguyên lý làm việc.

Điác có cấu tạo giống nh- Triác nh- ng không có cực điều khiển G do đó Điác cũng có khả năng dẫn điện theo cả 2 chiều nh- ng chỉ có thể mở bằng ph- ơng pháp kích mở bằng điện áp thuận.

2. Đặc tuyến V-A.



Hình b: Đặc tuyến V-A



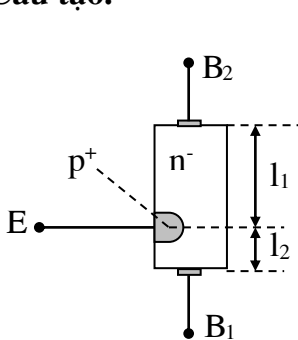
Hình a: Kí hiệu

Đặc tuyến V-A của Điác giống nh- Triác khi $I_G = 0$

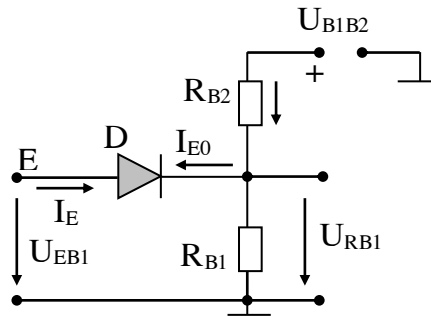
§ 10. TRANZITO MỘT TIẾP GIÁP (UJT-Unijunction Tranzito)

(Điốt 2 cực gốc).

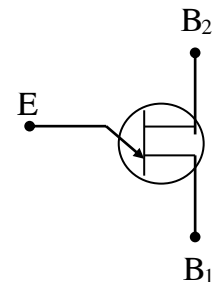
1. Cấu tạo.



Hình a: Cấu tạo



Hình b: Sơ đồ t- ơng đ- ơng



Hình c: Kí hiệu

Trên một khối bán dẫn loại n⁻ có nồng độ tạp chất thấp, ng- ời ta tạo ra một vùng bán dẫn loại p⁺ có nồng độ tạp chất cao. Điện cực nối với khối bán dẫn p gọi là cực phát Emitơ (E). Điện cực dẫn ra từ hai đầu khối bán dẫn n gọi là các cực gốc B₁, B₂. Toàn bộ cấu trúc trên coi nh- t- ơng đ- ơng với một điốt D và hai điện trở R_{B1} và R_{B2}.

Nh- hình vẽ, do cực E lệch về phía cực gốc B₁ nên R_{B1} < R_{B2}. Ta đặt vào B₁B₂ một điện áp U_{B1B2} cực tính d- ơng ở B₂.

$$\text{Khi đó: } U_{RB1} = \frac{U_{B1B2}}{R_{B1} + R_{B2}} R_{B1}$$

ở đầu vào ta đặt điện áp U_{EB1} một chiều có trị số có thể thay đổi đ- ợc.

2. Nguyên lý làm việc.

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Khi $U_{EB1} = 0$, điốt D bị phân cực ng-ợc bởi điện áp U_{RB1} nên khi đó qua D chỉ có 1 dòng điện ng-ợc I_{E0} chảy qua có trị số nhỏ.

- Tăng dần U_{EB1} từ $(0 \div U_{RB1})$, khi đó mức độ phân cực ng-ợc của điốt D giảm dần, cho tới khi $U_{EB1} = U_{RB1}$ thì điện áp phân cực trên điốt D bằng 0, dòng ng-ợc $I_{E0} = 0$.

- Khi $U_{EB1} > U_{RB1}$ thì điốt phân cực thuận qua điốt xuất hiện dòng điện thuận I_E có trị số nhỏ.

- Khi tăng U_{EB1} tới giá trị $U_{EB1.max}$, UJT mở khi đó các phần tử mang điện đa số (lỗ trống) từ miền phát sẽ tràn vào thanh bán dẫn và đi về phía cực B_1 . Lúc đó tại vùng B_1 hạt dẫn tăng lên đột ngột do đó điện trở của nó cũng giảm đi đột ngột. Khi dòng I_E đủ lớn sẽ làm xuất hiện trong thanh bán dẫn *hiệu ứng điện trở âm*, đó là: Khi I_E tăng $\rightarrow R_{B1}$ giảm $\rightarrow U_{RB1}$ giảm, vì điốt lý t-ởng hạ áp trên nó coi nh- bằng 0 nên $U_{EB1} \approx U_{RB1}$, do vậy U_{RB1} giảm thì U_{EB1} cũng giảm theo khi I_E tăng.

- Khi U_{EB1} giảm tới giá trị $U_{EB1.min}$ thì UJT chuyển từ trạng thái mở sang trạng thái khoá.

* Các tham số:

- Điện áp đỉnh ($U_{EB1.max}$): là giá trị điện áp đặt vào cực E và cực B_1 để UJT mở.

- Dòng điện đỉnh (I_{E1}): là giá trị cực tiểu của dòng I_E khi UJT mở.

- Điện áp đáy ($U_{EB1.min}$) là điện áp đặt vào cực E và cực B_1 để UJT chuyển từ khoá sang mở.

- Dòng điện đáy (I_{E2}) là giá trị cực đại của dòng I_E chảy qua UJT khi nó mở.

- Điện áp nguồn U_{B1B2}

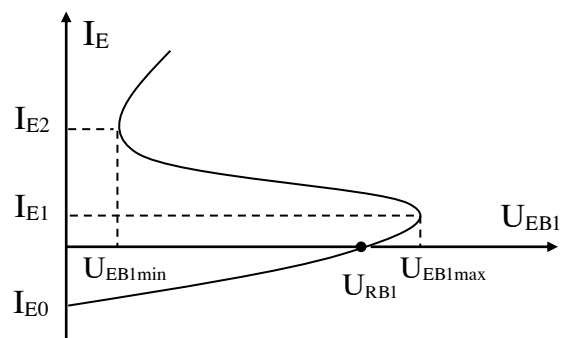
Với:

$U_{EB1.max} = \eta \cdot U_{B1B2} + \Delta U_D$, trong đó: $\eta = R_{B1}/(R_{B1}+R_{B2})$: Hệ số cấu tạo

ΔU_D : sụt áp trên điốt.

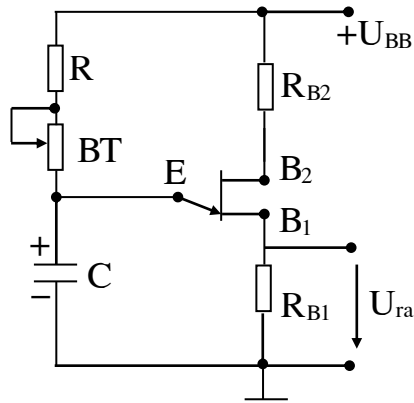
- Điốt đang mở muốn duy trì sự mở của nó ta phải đặt một điện áp $U_{EB1} > U_{EB1.max}$ hoặc để nó khoá lại ta giảm $U_{EB1} < U_{EB1.min}$.

* Đặc tuyến V-A.

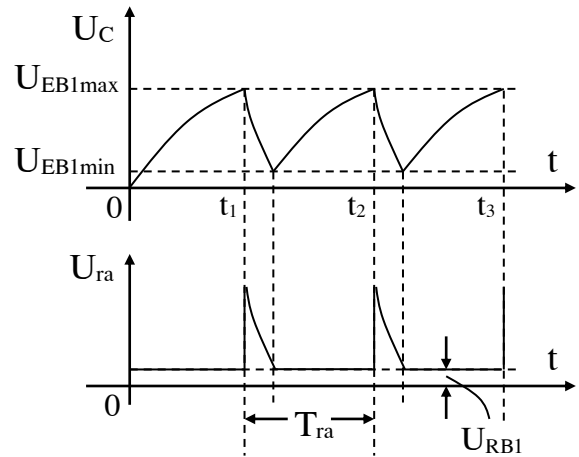


3. Ứng dụng.

Ta xét một ví dụ dùng UJT để tạo các xung nhọn d-ơng.



Hình a: Sơ đồ nguyên lý



Hình b: Giải đồ điện áp

* Nguyên lý hoạt động:

- Tại $t = 0$, ta cấp nguồn $+U_{BB}$ cho UJT, tụ C đ- ợc nạp điện, điện áp trên tụ tăng dần và có dạng đ- ờng cong tích phân. Xuất hiện dòng nạp cho tụ : $+U_{BB} \rightarrow R \rightarrow BT \rightarrow C \rightarrow -U_{BB}$

- Tại $t=t_1$, $U_C = U_{EB1max}$ thì UJT mở, tụ điện C phóng điện theo đ- ờng: $+C \rightarrow UJT \rightarrow R_{B1} \rightarrow -C$. Ta có điện áp ra: $U_{ra} = U_C - U_{EB1}$, do khi UJT mở, U_{EB1} có trị số nhỏ $\rightarrow U_{ra} = U_C$. Cùng với quá trình phóng điện, điện áp trên tụ giảm dần tới thời điểm t_2 thì $U_C = U_{EB1min} \rightarrow$ UJT khoá lại $\rightarrow U_{ra} = U_{RB1}$ (trong đó U_{RB1} là điện áp rơi trên R_{B1} khi UJT khoá). Tụ điện C lại tiếp tục đ- ợc nạp điện, cứ nh- vậy trên R_{B1} ta nhận đ- ợc dãy xung nhọn chính là s- ờn sau của xung điện áp trên tụ C (xung răng c- a).

CH- ƠNG II. KHUẾCH ĐẠI

§ 1. KHÁI NIỆM CHUNG

1. Nguyên lý chung xây dựng một tầng khuếch đại

Bộ khuếch đại là thiết bị dùng để làm tăng các tham số tín hiệu điện (U,I,P), gồm mạch vào nối với nguồn tín hiệu cần khuếch đại, mạch ra đ- ợc nối với tải.

Một trong những ứng dụng của Tranzito là khuếch đại.

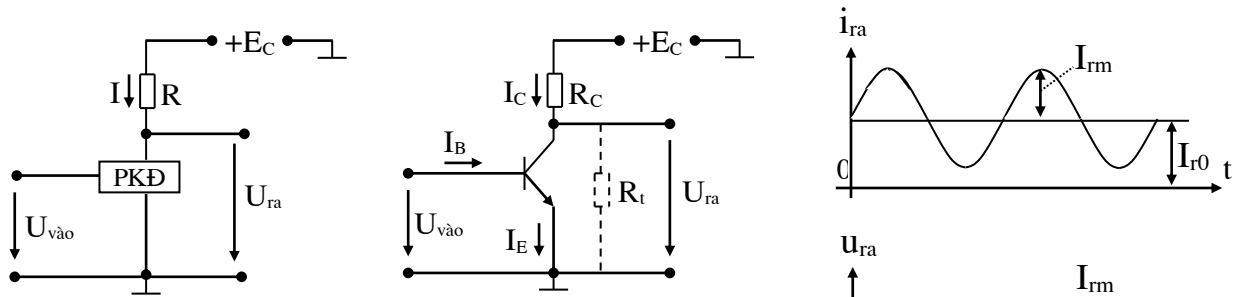
Thực chất khuếch đại là một quá trình biến đổi năng l- ợng có điều khiển, trong đó năng l- ợng của nguồn một chiều (không chứa đựng thông tin) đ- ợc biến đổi thành năng l- ợng xoay chiều (mang thông tin) và là quá trình xử lý thông tin dạng t- ơng tự.

Phần tử cơ bản tạo nên tầng khuếch đại là phần tử điều khiển PKĐ và điện trở tải R, trong đó PKĐ có nội trở trong thay đổi phụ thuộc vào tín hiệu điều khiển đ- a tới đầu vào

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

do đó điều khiển đ-ợc quy luật biến đổi của dòng điện, điện áp mạch ra theo quy luật biến đổi biến đổi của dòng điện, điện áp vào nh- ng với biên độ lớn hơn nhiều lần.

- Xét tầng khuếch đại có phần tử điều khiển là Tranzito Bipolar.



Tín hiệu vào đặt lên cực B và cực E, tín hiệu ra đặt lên cực C và cực E. Khi tín hiệu vào là hình sin thì tín hiệu ra cũng là hình sin mang đầy đủ quy luật của biên độ tín

hiệu vào nh- ng với biên độ lớn hơn nhiều lần. Dòng điện, điện áp mạch ra phải đ-ợc coi là tổng của thành phần xoay chiều đ-ợc xây dựng dựa trên nền thành phần một chiều, tức là thoã mãn điều kiện: $I_{rm} < I_{r0}$ và $U_{rm} < U_{r0}$ (*)

Trong đó: I_{rm} , U_{rm} là biên độ cực đại của thành phần xoay chiều đầu ra.

I_{r0} , U_{r0} là thành phần một chiều, đặc tr- ng cho chế độ tĩnh.

Nếu điều kiện (*) không thoã mãn thì dòng điện, điện áp mạch ra trong một khoảng thời gian nào đó sẽ bằng 0, tín hiệu ra bị méo dạng. Nh- vậy để đảm bảo chế độ công tác cho tầng khuếch đại khi có tín hiệu vào thì ở mạch ra của nó phải có thành phần một chiều I_{r0} , U_{r0} do đó ở mạch vào của tầng KĐ phải có thêm thành phần một chiều I_{v0} , U_{v0} .

Các thành phần dòng, áp một chiều xác định chế độ tĩnh của tầng KĐ. Các tham số theo chế độ tĩnh ở mạch vào I_{v0} , U_{v0} và mạch ra I_{r0} , U_{r0} đặc tr- ng cho trạng thái ban đầu của sơ đồ khi ch- a có tín hiệu vào.

2. Các tham số cơ bản của tầng khuếch đại

* Hệ số khuếch đại K:

$$K = \frac{\text{Đại l- ợng điện đầu ra}}{\text{Đại l- ợng điện t- ơng ứng đầu vào}}$$

- Hệ số khuếch đại dòng điện: $K_I = I_{ra} / I_{vào}$

- Hệ số khuếch đại điện áp: $K_U = U_{ra} / U_{vào}$

- Hệ số khuếch đại công suất: $K_P = P_{ra} / P_{vào}$

* Trở kháng vào : $Z_{vào} = U_{vào} / I_{vào}$. Trở kháng ra : $Z_{ra} = U_{ra} / I_{ra}$

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

* Méo không đ-ờng thẳng γ : là méo do tính chất phi tuyến của Tranzito (đặc tuyến vào / ra của tranzito không tuyến tính) gây ra, méo không đ-ờng thẳng đ-ợc đánh giá bởi hệ số méo:

$$\gamma = \frac{\sqrt{U_{2m}^2 + U_{3m}^2 + \dots + U_{nm}^2}}{U_{1m}^2} (\%)$$

Với: U_{1m} là biên độ sóng hài cơ bản (bậc 1) có tần số ω

$U_{2m}, U_{3m} \dots U_{nm}$ là biên độ các sóng hài bậc cao có tần số $2\omega, 3\omega, \dots n\omega$.

3. Các chế độ làm việc của tầng khuếch đại.

Để Tranzito làm việc ở chế độ khuếch đại, cần thỏa mãn 2 điều kiện sau:

- Tiếp giáp J_E luôn phân cực thuận.
- Tiếp giáp J_C luôn phân cực ng-ợc

.- Khi điều kiện phân đ-ợc thỏa mãn cần ổn định chế độ tĩnh đã đ-ợc xác lập để trong quá trình làm việc, chế độ làm việc của phần tử khuếch đại chỉ phụ thuộc vào dòng điện và điện áp điều khiển đ-a tới đầu vào.

- Tùy theo vị trí điểm làm việc tĩnh P, ta có các chế độ làm việc nh- sau:

a. Chế độ A:

- Điểm làm việc tĩnh P nằm giữa điểm M và N, với M, N là giao điểm của đ-ờng tải với các đ-ờng đặc tuyến ra giới hạn bởi $I_B = I_{Bmax}$ và $I_{B0} = 0$.

- Đặc điểm:

- + Tín hiệu ra tồn tại trong cả chu kỳ của tín hiệu vào
- + Méo không đ-ờng thẳng γ_A nhỏ.

+ Hiệu suất làm việc η_A thấp do dòng điện một chiều I_{C0} lớn

- □ng dụng: là chế độ làm việc cơ bản của các tầng khuếch đại điện áp và tầng khuếch đại công suất đơn.

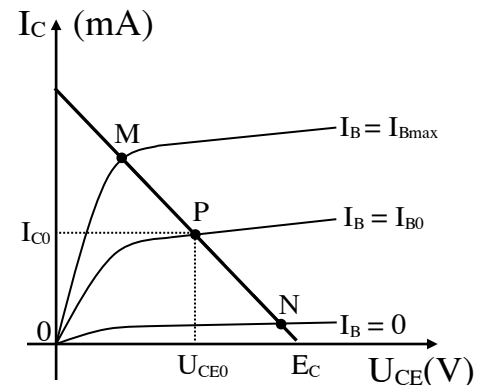
b. Chế độ B: Điểm làm việc tĩnh P trùng với điểm N.

- Đặc điểm:

- + Tín hiệu ra chỉ tồn tại trong một nửa chu kỳ của tín hiệu vào
- + Méo không đ-ờng thẳng γ_B lớn.

+ Hiệu suất làm việc η_B khá cao do dòng I_{C0} nhỏ (chế độ một chiều không tiêu thụ năng lượng).

- □ng dụng: đ-ợc dùng trong tầng khuếch đại công suất đẩy-kéo.



c. Chế độ AB: là chế độ làm việc trung gian giữa chế độ A và chế độ B, điểm làm việc nằm trên đoạn PN. Vì nó là chế độ trung gian giữa chế độ A và chế độ B nên:

$$\gamma_A < \gamma_{AB} < \gamma_B; \quad \eta_A < \eta_{AB} < \eta_B$$

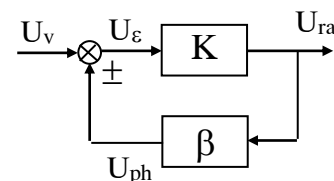
- Khi điểm làm việc nằm ngoài điểm M và N, tranzito làm việc ở chế độ giới hạn, nếu điểm làm việc nằm ngoài M tranzito làm việc ở chế độ mở bão hoà. Nếu nằm ngoài điểm N, tranzito làm việc ở chế độ cắt dòng (làm việc trong chế độ “xung”- xét phần sau).

4. Hồi tiếp (phản hồi) trong khuếch đại.

a. Định nghĩa: Hồi tiếp (hay còn gọi là phản hồi) là quá trình đ- a 1 phần tín hiệu từ đầu ra quay về đầu vào với mục đích thay đổi các tham số cũng nh- chế độ làm việc cho bộ khuếch đại. Phản hồi cho phép cải thiện các tính chất của bộ KĐ, nâng cao về chất l- ợng.

Sơ đồ khối của một bộ KĐ có phản hồi.

Trong đó:



- K: hệ số khuếch đại khi ch- a có phản hồi.

-β: hệ số phản hồi; U_v : tín hiệu vào; U_{ra} : tín hiệu ra; U_ϵ : tín hiệu sai lệch; U_{ph} : tín hiệu phản hồi.

b. Phân loại:

- Tùy theo cách mắc phản hồi, ta có:

+ Phản hồi nối tiếp - nối tiếp; song song - song song.

+ Phản hồi nối tiếp - song song ; song song - nối tiếp.

- Tùy thuộc vào đại l- ợng phản hồi về đầu vào, ta có:

+ Phản hồi dòng điện

+ Phản hồi điện áp.

+ Phản hồi hỗn hợp

- Phụ thuộc vào pha của tín hiệu phản hồi, ta có 2 loại phản hồi cơ bản:

+ Phản hồi âm: là phản hồi mà tín hiệu phản hồi ng- ợc pha so với tín hiệu vào nên làm yếu tín hiệu vào, giảm hệ số khuếch đại của mạch nh- ng các tính chất khác đ- ợc cải thiện nh- nâng cao độ ổn định, nâng cao dải thông, giảm độ méo...

+ Phản hồi d- ợng: là phản hồi mà tín hiệu phản hồi cùng pha so với tín hiệu vào, cho nên làm tăng tín hiệu vào nh- ng lại làm cho mạch không ổn định có thể gây nên hiện tượng tự kích (tự dao động).

Ngoài ra, còn phân biệt phản hồi 1 chiều và phản hồi xoay chiều, phản hồi âm 1 chiều dùng để ổn định chế độ làm việc cho tranzito khi chịu ảnh hưởng của nhiệt độ, còn phản hồi âm xoay chiều để ổn định các tham số cho mạch khuếch đại.

c. Ảnh hưởng của phản hồi đến hệ số khuếch đại của mạch.

Từ sơ đồ khối ta có: $U_\varepsilon = U_V \pm U_{ph} \rightarrow U_V = U_\varepsilon \mp U_{ph}$ (*) Chia 2 vế của (*) cho U_{ra}

ta có:
$$\frac{U_V}{U_r} = \frac{U_\varepsilon}{U_r} \mp \frac{U_{ph}}{U_r}$$

Trong đó: $K_{ph} = U_{ra} / U_V$: hệ số khuếch đại khi có phản hồi

$K = U_{ra} / U_\varepsilon$: hệ số khuếch đại khi ch- a có phản hồi.

$\beta = U_{ph} / U_{ra}$: hệ số truyền đạt của khâu phản hồi.

$\rightarrow K_{ph} = K / 1 \mp K.\beta$. Dấu (-) là hồi tiếp d- ơng, dấu (+) là hồi tiếp âm.

* Nếu là phản hồi âm: $K_{ph} = (K / 1 + K.\beta) < K$. Tức là hệ số khuếch đại khi có phản hồi âm bị giảm, tuy nhiên độ ổn định của mạch sẽ tăng, khi tăng độ sâu hồi tiếp độ ổn định của mạch càng tăng, vì vậy hồi tiếp âm hay đ- ợc dùng trong khuếch đại.

* Nếu là phản hồi d- ơng: $K_{ph} = (K / 1 - K.\beta) > K$. Tức là hệ số khuếch đại của mạch tăng, độ ổn định của mạch bị giảm. Trường hợp đặc biệt, khi $K.\beta = 1$ thì $K_{ph} = \infty$. Khi đó sơ đồ làm việc ở chế độ tự kích thích, khi đó nhận đ- ợc tín hiệu ra ngay cả khi không có tín hiệu vào nên hồi tiếp d- ơng không đ- ợc sử dụng trong khuếch đại.

§2. TẦNG KHUẾCH ĐẠI DÙNG TRANZITO BIPOLAR.

1. Tầng khuếch đại Emitter chung EC

a. Sơ đồ nguyên lý

- Trên sơ đồ, các tụ C_{P1} , C_{P2} là các tụ nối tầng.

+ Tụ C_{P1} ngăn ảnh hưởng của nguồn tín hiệu đến chế độ làm việc của tầng theo dòng một chiều đồng thời dẫn tín hiệu xoay chiều đến cực gốc của Tranzitor.

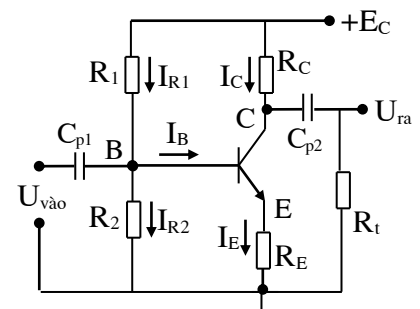
+ Tụ C_{P2} để ngăn thành phần 1 chiều không cho qua tải và dẫn tín hiệu xoay chiều từ cực góp ra tải.

- Bộ phân áp R_1 , R_2 để xác định chế độ tĩnh của tầng (xác định U_{B0}).

- Điện trở R_E để hồi tiếp âm theo thành phần dòng một chiều

- Tụ C_E để ngăn hồi tiếp âm theo thành phần dòng xoay chiều.

- Dòng điện tĩnh của phần tử điều khiển I_{C0} đ- ợc tạo thành do dòng điện tĩnh I_{E0} thông qua sự điều khiển của R_E và dòng I_{B0} .



b. Nguyên lý hoạt động của tầng khuếch đại.

Khi có tín hiệu xoay chiều đ- a đến đầu vào, xuất hiện dòng điện xoay chiều i_{B-} , ở mạch ra xuất hiện dòng i_{C-} xoay chiều, hạ áp trên R_C tạo nên điện áp xoay chiều trên Collector điện áp này thông qua tụ C_{P2} .

c. Đặc điểm

- Điện áp ra ngược pha so với điện áp vào. Giả sử việc tăng điện áp vào theo chiều dương sẽ làm tăng dòng bazơ $i_B \rightarrow$ dòng collector i_C tăng, hạ áp trên R_C tăng \rightarrow làm giảm điện áp trên Collector (tức là làm giảm điện áp có cực tính dương trên cực Collector) hay là xuất hiện ở đầu ra nửa chu kỳ âm điện áp

- Hệ số khuếch đại dòng : $K_i \gg 1$. Hệ số khuếch đại điện áp : $K_u \gg 1$

- Hệ số khuếch đại công suất : $K_P \gg 1$

Đây là tầng khuếch đại cơ bản hay dùng trong thực tế .

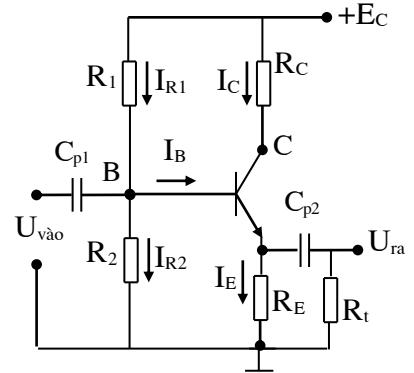
2. Tầng khuếch đại Collector chung (CC)

a. Sơ đồ nguyên lý

- Phân áp R_1, R_2 làm nhiệm vụ chọn điểm làm việc tĩnh.

- Các tụ C_{P1}, C_{P2} là các tụ nối tầng. Điện trở R_E dùng

để tạo điện áp rơi xoay chiều từ đó dẫn qua tụ C_{P2} sang phụ tải.



b. Đặc điểm:

- Mạch khuếch đại CC có điện trở đầu vào lớn do đó dễ dàng phối hợp với tầng phía trước (hay với nguồn tín hiệu có điện trở trong lớn), điện trở ra nhỏ do đó được dùng làm tầng đệm.

- Mạch khuếch đại CC tuy không khuếch đại được điện áp (hệ số khuếch đại điện áp $K_U = 1$) nhưng vẫn khuếch đại được công suất, do đó nó thường được mắc ở tầng ra của mạch khuếch đại công suất để dễ dàng phối hợp trở kháng.

- Điện áp ra vẫn giữ nguyên pha như ở đầu vào, biên độ coi như bằng biên độ điện áp đầu vào (được gọi là mạch khuếch đại lặp lại).

3. Mạch khuếch đại Baza chung (BC).

a. Sơ đồ nguyên lý.

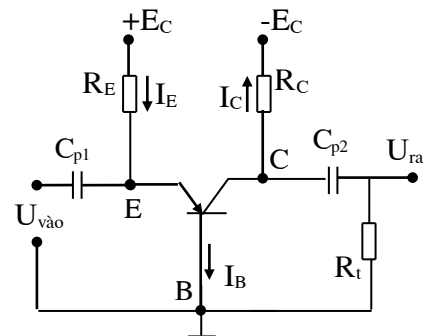
- Các phần tử E_E, R_E để xác định dòng tĩnh I_E .

- Các phần tử còn lại cũng chức năng giống như sơ đồ EC.

b. Đặc điểm:

- Mạch khuếch đại BC làm đảo pha tín hiệu vào.

- Điện trở đầu vào nhỏ, khoảng $(10 \div 50) \Omega$. Điện trở vào nhỏ là nhược điểm cơ bản của tầng BC vì tầng đó sẽ là tải lớn đối với nguồn tín hiệu vào, do đó tầng khuếch đại BC thường được dùng làm cuối trong bộ khuếch đại nhiều tầng

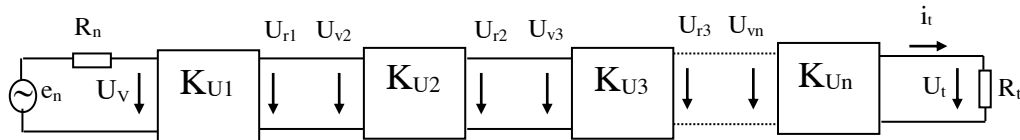


§3. GHÉP GIỮA CÁC TẦNG KHUẾCH ĐẠI.

* Lý do phải ghép tầng:

Trong thực tế tín hiệu đầu vào thường rất nhỏ (mV hoặc μV) mà điện áp đầu ra đòi hỏi rất lớn hệ số khuếch đại lên tới hàng nghìn hàng vạn lần, một tầng khuếch đại không thể đảm nhiệm được mà phải ghép nhiều tầng khuếch đại với nhau.

Sơ đồ khối của một bộ khuếch đại nhiều tầng:



Trong sơ đồ này, tín hiệu ra của tầng đầu hay của tầng trung gian bất kỳ sẽ là tín hiệu vào của tầng sau và tải của một tầng sẽ là điện trở vào của tầng sau đó. Điện trở vào và ra của bộ khuếch đại được tính theo tầng đầu và tầng cuối.

Khi đó hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại nhiều tầng bằng tích hệ số khuếch đại của mỗi tầng (tính theo số lần): $K_{\Sigma} = K_{u1} \cdot K_{u2} \cdot K_{u3} \cdot \dots \cdot K_{un}$

Việc ghép giữa các tầng khuếch đại có thể dùng tụ điện, máy biến áp hay ghép trực tiếp

1. Ghép tầng dùng tụ điện (R-C)

* Sơ đồ nguyên lý

Trên sơ đồ, tụ C_{p2} là tụ nối tầng.

Một linh kiện muốn làm được nhiệm vụ ghép tầng thì phải đồng thời làm tốt hai nhiệm vụ sau:

- về mặt điện một chiều: phải cách ly hoàn toàn tầng trước và tầng sau .
- Về mặt điện xoay chiều: phải nối thông được hoàn toàn từ tầng trước sang tầng sau, tổn hao thất thoát là ít nhất .

* Ưu, khuyết điểm :

- Ưu điểm :

+ Mạch điện đơn giản, gọn nhẹ, bền chắc được dùng rộng rãi trong các mạch rời rạc.

- Nhược điểm:

+ Mạch không truyền đạt được tín hiệu có tần số thấp

+ Không có khả năng phối hợp trở kháng giữa tầng sau và tầng trước cũng như giữa tải và tầng ra, công suất không đưa ra được tối đa.

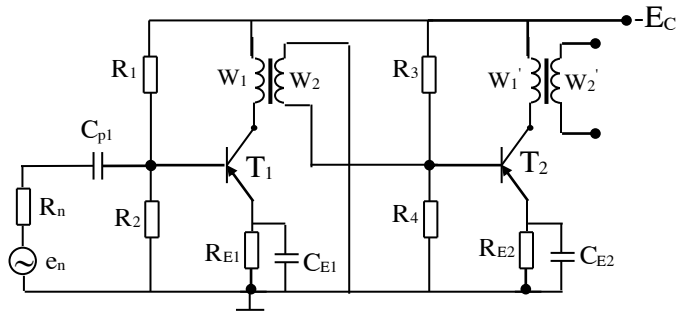
2. Ghép tầng bằng máy biến áp

* Sơ đồ ghép tầng

* - u điểm:

- Dùng biến áp ghép tầng về mặt điện một chiều là hoàn toàn cách ly đ-ợc giữa bên sơ cấp và bên thứ cấp.

- Về mặt điện xoay chiều đã chuyển đ-ợc



tín hiệu từ sơ cấp sang thứ cấp thông qua chuyển đổi từ điện.

- Sụt áp một chiều trên cuộn sơ cấp có trị số nhỏ, điều này cho phép tăng hiệu suất của mạch cũng nh- tăng biên độ điện áp ra. Ngoài ra, biến áp có thể dễ dàng phối hợp trở kháng rất tốt giữa tầng tr-ớc và tầng sau; giữa tải và tầng ra.

Công thức phối hợp trở kháng: $Z' = n^2.Z$

với $n =$ tỷ số MBA = Số vòng dây sơ cấp / Số vòng dây thứ cấp.

Z' : trở kháng phản ánh từ thứ cấp sang sơ cấp.

Z : trở kháng thực tế của tải.

* Nh-ợc điểm:

- Mạch ghép bằng biến áp có dải tần làm việc hẹp.

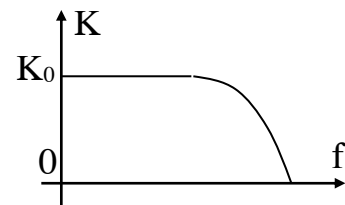
- Kích th-ớc và trọng l-ợng lớn, giá thành cao.

- Không thể ghép một chiều đ-ợc, khó IC hoá → ít đ-ợc dùng.

§4. KHUẾCH ĐẠI MỘT CHIỀU.

1. Khái niệm chung.

Bộ khuếch đại một chiều là bộ KĐ làm việc với những tín hiệu có tần số gần bằng 0 và có đặc tuyến biên độ - tần số nh- hình vẽ.



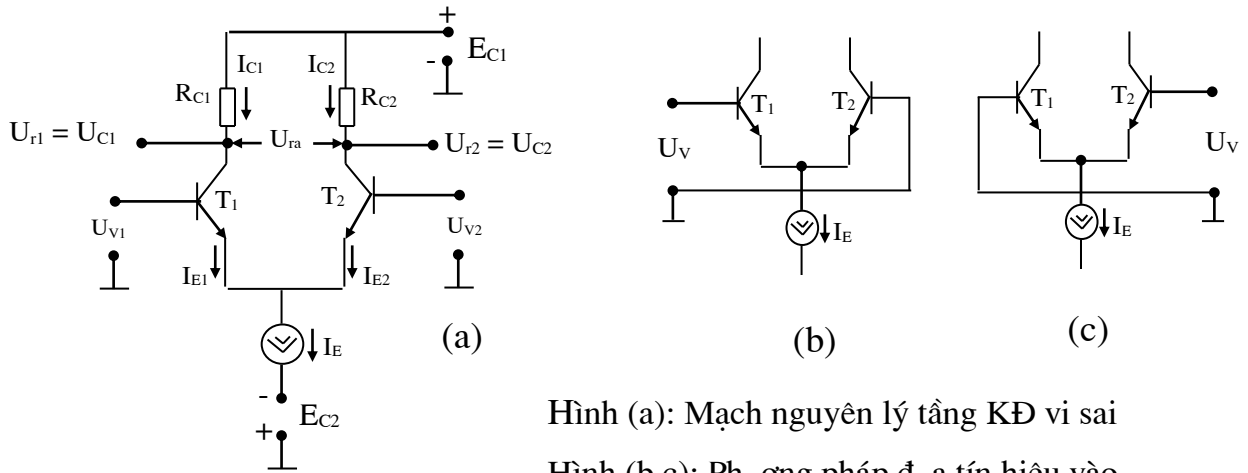
- Việc ghép giữa nguồn tín hiệu với đầu vào bộ KĐ và giữa các tầng không thể dùng tụ điện hay máy biến áp. Vì vậy để truyền đạt tín hiệu một chiều cần phải ghép trực tiếp theo dòng một chiều giữa nguồn tín hiệu vào với mạch vào bộ KĐ và giữa các tầng với nhau. Trong bộ KĐ ghép trực tiếp, không có phân tử để cách ly thành phần một chiều. Vì vậy điện áp ra không những đ-ợc xác định bằng tín hiệu ra có ích mà còn có cả tín hiệu

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

giả do sự thay đổi chế độ một chiều của các tầng theo thời gian, nhiệt độ hay một nguyên nhân nào đó.

- Sự thay đổi ngẫu nhiên điện áp ra trong bộ KĐMC khi tín hiệu vào không đổi gọi là hiện tượng "trôi điểm không" (tức là $U_{ra} \neq 0$ khi $U_{vào} = 0$). Nguyên nhân trôi là do tính không ổn định của nguồn cung cấp, các tham số của tranzito và điện trở theo nhiệt độ và thời gian. Hiện tượng này cần phải loại bỏ một cách triệt để.

2. Tầng khuếch đại vi sai (khuếch đại tín hiệu có sai lệch nhỏ)



Hình (a): Mạch nguyên lý tầng KĐ vi sai

Hình (b,c): Phương pháp đưa tín hiệu vào

Để khắc phục hiện tượng "trôi điểm không" người ta dùng tầng khuếch đại vi sai.

Tầng KĐ vi sai làm việc dựa trên nguyên lý cầu cân bằng song song. Hai nhánh của cầu là hai điện trở $R_{c1} = R_{c2}$, hai nhánh kia là hai tranzito T_1, T_2 cùng loại.

- Điện áp được lấy ra giữa 2 collector của T_1, T_2 gọi là kiểu ra đối xứng hay trên mỗi collector đối với đất gọi là kiểu ra không đối xứng. Dòng I_E làm nguồn ổn dòng giữ cho dòng $I_E = I_{E1} + I_{E2}$ luôn không đổi.

- Điện áp một chiều cung cấp cho tầng vi sai là 2 nguồn E_{c1} và E_{c2} có thể bằng hoặc không bằng nhau về trị số. Vì E_{c1} và E_{c2} nối tiếp nên $E_{\Sigma} = E_{c1} + E_{c2}$.

a. Trường hợp khi ch- a có tín hiệu vào: $U_{vào1} = U_{vào2} = 0$.

Khi $U_{vào} = 0$ thì:

$$I_{B01} = I_{B02}; I_{C01} = I_{C02}; I_{E01} = I_{E02}$$

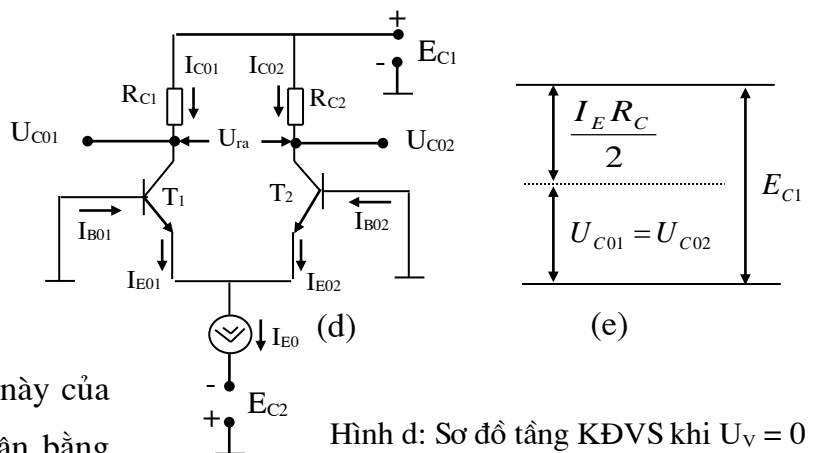
$$U_{C01} = E_{C1} - I_{C01} \cdot R_{C1}$$

$$U_{C02} = E_{C1} - I_{C02} \cdot R_{C2}$$

$$U_{C01} = U_{C02} = E_{C1} - (I_E \cdot R_C / 2).$$

- Điện áp trên mạch collector:

$U_r = U_{r1} - U_{r2} = 0$. Trạng thái này của sơ đồ đặc trưng cho chế độ cân bằng của tầng gọi là chế độ cân bằng tĩnh.



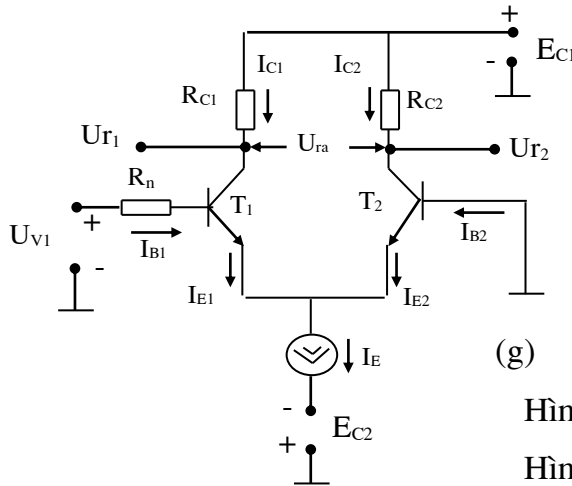
Hình d: Sơ đồ tầng KĐVS khi $U_v = 0$

Hình e: Biểu đồ tín hiệu ra

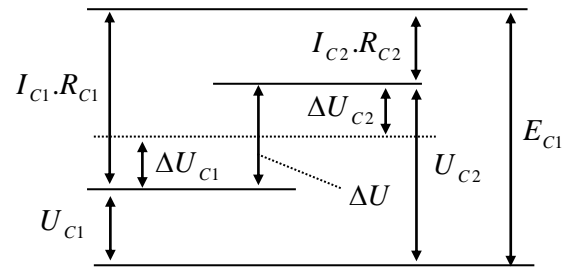
Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

- Điện áp trên mạch côlectơ: $U_r = U_{r1} - U_{r2} = 0$. Trạng thái này của sơ đồ đặc tr- ng cho chế độ cân bằng của tầng gọi là chế độ cân bằng tĩnh.

b. Khi có tín hiệu vào: Giả sử $U_{V1} > 0$; $U_{V2} = 0$.



(g)



(f)

Hình g: Sơ đồ tầng KĐVS khi $U_{V1} > 0$, $U_{V2} = 0$

Hình f: Biểu đồ tín hiệu ra

Khi $U_{V1} > 0$; $U_{V2} = 0$ sẽ làm tăng dòng I_{B1} , giảm dòng I_{B2} , do đó: I_{C1} tăng $\rightarrow I_{E1}$ tăng; I_{C1} giảm $\rightarrow I_{E1}$ giảm. Sự thay đổi dòng điện của các tranzito xảy ra ng-ợc chiều nhau với cùng một gia số $\rightarrow I_E = I_{E1} + I_{E2} = \text{const}$.

Khi đó: $U_{C1} = E_{C1} - I_{C1} \cdot R_{C1}$ giảm 1 l-ợng là ΔU_{C1} ng-ợc dấu (đảo pha) so với $U_{\text{vào}}$.

$U_{C2} = E_{C1} - I_{C2} \cdot R_{C2}$ tăng 1 l-ợng là ΔU_{C2} cùng dấu (cùng pha) so với $U_{\text{vào}}$.

Với cách đ- a tín hiệu vào nh- sơ đồ thì U_{r1} gọi là đầu ra đảo còn đầu ra U_{r2} gọi là đầu ra không đảo. Tín hiệu lấy giữa 2 côlectơ gọi là tín hiệu vi sai:

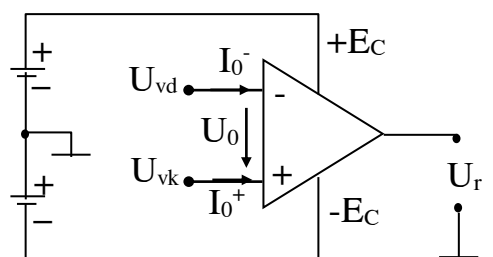
$$U_r = U_{C2} - U_{C1} = \Delta U_{C2} + \Delta U_{C1} = 2 \cdot \Delta U_C$$

§5. KHUẾCH ĐẠI DÙNG VI MẠCH THUẬT TOÁN (OA)

I. Khái niệm chung.

Danh từ "Khuếch đại thuật toán" (OA- Operational Amplifier) thuộc về bộ khuếch đại dòng một chiều có hệ số khuếch đại lớn, có hai đầu vào vi sai và một đầu ra chung. Tên gọi này có quan hệ tới việc ứng dụng đầu tiên của chúng chủ yếu để thực hiện các phép tính cộng, trừ, tích phân, vi phân.. v.v . Hiện nay các bộ khuếch đại thuật toán đóng vai trò quan trọng và đ- ợc ứng dụng rộng rãi trong kỹ thuật khuếch đại, tạo tín hiệu hình sin và xung, trong bộ ổn áp và bộ lọc tích cực.. v.v.

Ký hiệu quy - ớc của một bộ KĐTT cho trên hình 1 với đầu vào U_{VK} (hay U_{V+}) gọi là đầu vào không đảo và đầu thứ hai U_{VD} (hay U_{V-}) gọi là đầu vào đảo. Khi có tín hiệu đ- a vào đầu không đảo thì



Hình 1: Ký hiệu khuếch đại thuật toán trong sơ đồ điện tử

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

gia số tín hiệu ra cùng dấu (cùng pha) với gia số tín

hiệu vào. Nếu tín hiệu đ-ợc đ-a vào đầu

vào đảo thì gia số tín hiệu ra ng-ợc dấu (ng-ợc pha) so với gia số tín hiệu vào. Đầu vào đảo th-ờng đ-ợc dùng để thực hiện phản hồi âm bên ngoài cho KĐTT.

Cấu tạo cơ sở của KĐTT là các tầng vi sai dùng làm tầng vào và tầng giữa của bộ khuếch đại. Tầng ra của KĐTT th-ờng là tầng lặp cực phát (CC) đảm bảo khả năng tải yêu cầu của các sơ đồ. Vì hệ số khuếch đại của tầng lặp phát gần bằng 1 nên hệ số khuếch đại đạt đ-ợc nhờ tầng vào và các tầng khuếch đại bổ xung mắc giữa tầng vi sai và tầng ra. Tùy thuộc vào hệ số khuếch đại của KĐTT mà quyết định số l-ợng tầng giữa. Ngoài ra KĐTT còn có các tầng phụ nh- tầng dịch mức điện áp một chiều, tầng tạo nguồn ổn dòng, mạch hồi tiếp.

1. Đặc tuyến truyền đạt: $U_{ra} = f(U_{vào})$

Đặc tuyến quan trọng nhất của KĐTT là đặc tuyến truyền đạt hình 2, gồm hai đ-ờng cong t-ong ứng với các đầu vào đảo và không đảo.

Mỗi đ-ờng cong gồm một đoạn nằm ngang và một đoạn dốc. Đoạn nằm ngang t-ong ứng với chế độ Tranzitor tầng ra thông bão hòa hoặc cắt dòng. Trên những đoạn đó khi thay đổi điện áp tín hiệu đặt vào, điện áp ra của bộ KĐTT không đổi và đ-ợc xác định bằng các giá trị $U_{ra\ max}^+$, $U_{ra\ max}^-$ gọi là giá trị điện áp ra cực đại (điện áp bão hòa) gần bằng nguồn cung cấp E_C (th-ờng nhỏ hơn nguồn E_C từ (1÷3) V). Đoạn dốc biểu thị phụ thuộc tỉ lệ của điện áp ra với điện áp vào,

với góc nghiêng xác định hệ số khuếch đại của KĐTT.

$$K = \Delta U_{ra} / \Delta U_{vào}$$

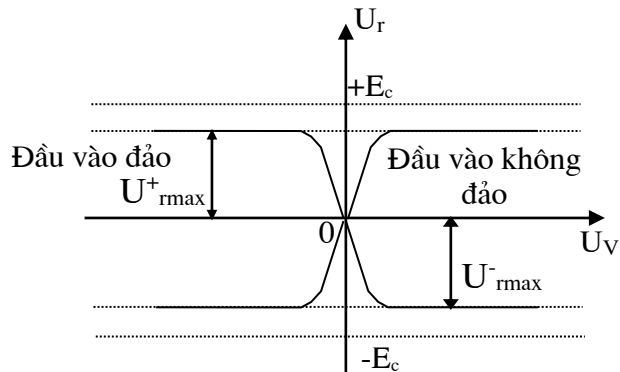
- Điện áp vào vi sai:

Hiệu giữa các điện áp ở các đầu vào không đảo và đầu vào đảo đ-ợc định nghĩa là *điện áp vào vi sai* U_0 : $U_0 = U_{V+} - U_{V-}$.

Khi đó điện áp ra U_{ra} (so với mass) đ-ợc tính: $U_{ra} = K.U_0 = K.(U_{V+} - U_{V-})$.

2. Các giả thiết lý t-ởng:

- + Trở kháng vào của KĐTT nhìn từ hai đầu lối vào là vô cùng lớn: $Z_V = \infty$
- + Trở kháng ra của KĐTT nhìn từ đầu ra so với mass là bằng 0: $Z_{ra} = 0(\Omega)$
- + Hệ số khuếch đại (ch- a thực hiện phản hồi) tiến tới vô cùng: $K = \infty$
- + Độ "trôi điểm không" bằng 0 - các đ-ờng đặc tuyến đi qua gốc tọa độ.



Hình 2: Đặc tuyến truyền đạt của khuếch đại thuật toán

3. Các hệ quả:

+ Với giả thiết trở kháng vào là vô cùng lớn nên không có dòng điện nào chạy vào hoặc chạy ra khỏi đầu lối vào nào của KĐTT: $I_0^+ = I_0^- = I_0$.

+ Giả thiết trở kháng ra bằng 0 nên giá trị điện áp ở đầu ra U_{ra} không phụ thuộc vào dòng điện tải.

+ Vì $U_{ra} = K \cdot U_0 = K (U_{V+} - U_{V-})$, với giả thiết $K = \infty$ (giá trị điện áp ra U_{ra} hữu hạn)
 $\Rightarrow U_0 \rightarrow 0 \Rightarrow U_{V+} = U_{V-}$.

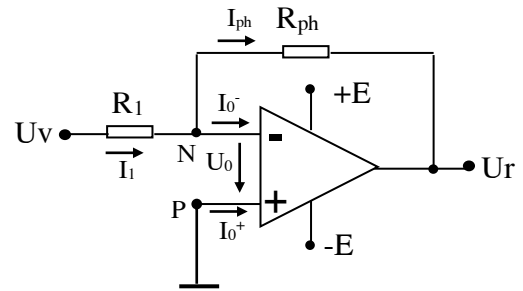
L-u ý: các đầu vào với ký hiệu là "+", "-" không đ-ợc đọc là các đầu vào "d-ong", "âm". Sau đây ta xét một số ứng dụng cơ bản của KĐTT ở chế độ làm việc trong miền tuyến tính của đặc tuyến truyền đạt và có sử dụng phản hồi âm để điều khiển các tham số của mạch.

II. Một số ứng dụng của KĐTT

1. Mạch khuếch đại đảo

Điện áp vào cần khuếch đại đ-ợc đ-a đến đầu vào đảo thông qua điện trở R_1 .

Đầu vào không đảo đ-ợc nối với điểm chung của sơ đồ (nối đất). Để lấy phản hồi âm ta dùng điện trở R_{ph} đ-a từ đầu ra quay về đầu vào đảo. Giả thiết IC KĐTT là lý t-ởng. Giả sử chiều các dòng điện nh- hình vẽ.



Theo định luật Kiecs hốp 1, tại nút N ta có: $I_1 - I_{ph} - I_0 = 0$.

$$\text{Với : } I_1 = \frac{U_V - U_N}{R_1}, \quad I_{ph} = \frac{U_N - U_r}{R_{ph}}.$$

I_0 : Dòng điện đầu vào đảo của KĐTT.

U_0 : Điện áp giữa hai đầu vào của KĐTT ($U_0 = U_N - U_P = 0$)

Do KĐTT có trở kháng đầu vào là vô cùng lớn ($Z_V \approx \infty$) nên $I_0 = 0$.

$$\Rightarrow I_1 - I_{ph} - I_0 = I_1 - I_{ph} = 0 \Rightarrow I_1 = I_{ph} \Leftrightarrow \frac{U_V - U_0}{R_1} = \frac{U_0 - U_r}{R_{ph}}.$$

Mặt khác khi $K \rightarrow \infty$, điện áp đầu vào $U_0 = U_r/K \rightarrow 0$.

$$\Rightarrow \frac{U_V}{R_1} = -\frac{U_r}{R_{ph}} \Leftrightarrow \frac{R_{ph}}{R_1} = -\frac{U_r}{U_V} \Rightarrow K = \frac{U_r}{U_V} = -\frac{R_{ph}}{R_1} (*)$$

Dấu (-) trong biểu thức (*) thể hiện tín hiệu ra và tín hiệu vào có cực tính (pha) ng-ợc nhau. Ta nhận thấy hệ số khuếch đại của mạch chỉ phụ thuộc vào thông số của các phần tử thụ động trong sơ đồ. Khi thay đổi giá trị điện trở R_{ph} ta có thể thay đổi đ-ợc hệ số khuếch đại của toàn mạch. Nếu chọn $R_{ph} = R_1 \rightarrow K = -1$, khi đó ta có mạch đảo tín hiệu.

2. Mạch khuếch đại không đảo

Điện áp vào đ-ợc đ- a đến đầu vào không đảo.

Mạch thực hiện phản hồi âm điện áp thông qua điện trở R_1 , R_{ph} đ- a đến đầu vào đảo.

Giả thiết KĐTT là lý t- ởng, ta có:

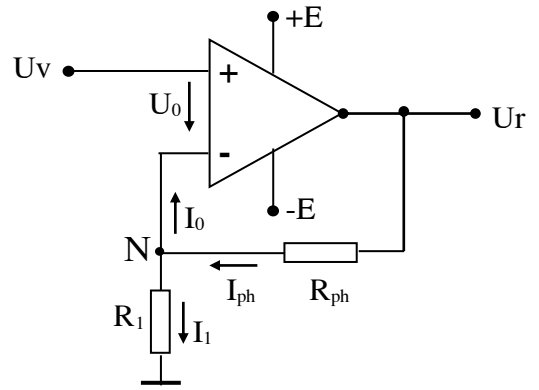
$$U_V = U_0 + U_N. \text{ Vì } U_0 = 0 \Rightarrow U_V = U_N$$

Ta có định luật K₁ tại nút N: $I_{ph} = I_1 + I_0$

$$\text{do } I_0 = 0 \text{ nên: } I_1 = I_{ph} = \frac{U_r}{R_1 + R_{ph}}$$

$$\text{Mặt khác: } U_N = U_{R1} = I_1 \cdot R_1 \Rightarrow U_N = \frac{U_r}{R_1 + R_{ph}} R_1, \Rightarrow U_V = \frac{R_1}{R_1 + R_{ph}} U_r.$$

$$\Rightarrow K = \frac{U_r}{U_V} = \frac{R_1 + R_{ph}}{R_1} = 1 + \frac{R_{ph}}{R_1}.$$



3. Mạch khuếch đại cộng đảo.

Giả thiết KĐTT là lý t- ởng.

Ta có định luật K₁ tại nút N:

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = I_0 + I_{ph}. \text{ Do } I_0 = 0 \text{ nên}$$

$$I_1 + I_2 + \dots + I_n = I_{ph} \text{ hay ta có:}$$

$$\frac{U_1 - U_N}{R_1} + \frac{U_2 - U_N}{R_2} + \dots + \frac{U_n - U_N}{R_n} = \frac{U_N - U_r}{R_{ph}}$$

$$\text{Do } U_N = U_P = U_0 = 0, \rightarrow \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n} = \frac{-U_r}{R_{ph}}. \text{ Khi } R_1 \neq R_2 \neq R_n, \text{ Ta có:}$$

$$U_r = -R_{ph} \left(\frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} + \dots + \frac{U_n}{R_n} \right). \text{ Nếu chọn } R_1 = R_2 = R_n, \text{ ta có:}$$

$$U_r = -(U_1 + U_2 + \dots + U_n = -\sum_{i=1}^n U_i$$

4. Mạch khuếch đại cộng không đảo.

Do KĐTT lý t- ởng nên:

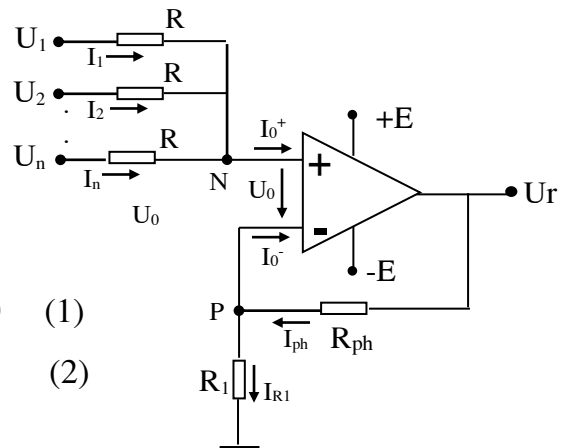
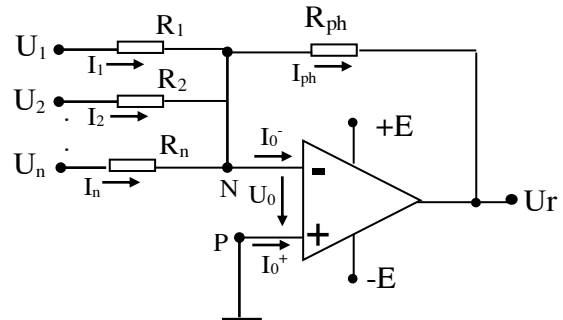
$$U_0 = U_N - U_P = 0 \rightarrow U_N = U_P.$$

$$\text{Ta có định luật K}_1 \text{ tại nút N: } I_1 + I_2 + \dots + I_n = I_0 = 0 \quad (1)$$

$$\text{K}_1 \text{ tại nút P: } I_{ph} - I_{R1} - I_0^- \rightarrow I_{ph} = I_{R1} \text{ do } I_0^- = 0 \quad (2)$$

Từ (1), ta có:

$$\frac{U_1 - U_N}{R} + \frac{U_2 - U_N}{R} + \dots + \frac{U_n - U_N}{R} = 0 \quad (3)$$



Từ (2), ta có:

$$I_{ph} = I_{R1} = \frac{U_r}{R_1 + R_{ph}} \rightarrow U_P = I_{R1} \cdot R_1 = \frac{U_r}{R_1 + R_{ph}} \cdot R_1 \quad (4) \quad \text{Thay (4) vào (3), ta đ-ợc:}$$

$$U_1 + U_2 + \dots + U_n = n \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_{ph}} \cdot U_r \Rightarrow U_r = \frac{R_1 + R_{ph}}{n \cdot R_1} \cdot (U_1 + U_2 + \dots + U_n) = \frac{R_1 + R_{ph}}{n \cdot R_1} \cdot \sum_{i=1}^n U_i$$

Nếu chọn các tham số của sơ đồ thích hợp, ta có:

$$\frac{R_1 + R_{ph}}{n \cdot R_1} = 1 \text{ và } U_r = (U_1 + U_2 + \dots + U_n) = \sum_{i=1}^n U_i$$

5. Mạch khuếch đại trừ.

Khi cần trừ hai điện áp, ng-ời ta có thể thực hiện theo sơ đồ sau. Khi đó điện áp đầu ra đ-ợc tính theo:

$$U_r = K_1 \cdot U_1 + K_2 \cdot U_2$$

Có thể tìm K_1 và K_2 theo ph-ơng pháp sau:

* Cho $U_2 = 0$, khi đó mạch làm việc nh- một bộ khuếch đại đảo, tức là:

$$U_{ra1} = -\alpha_a \cdot U_1, \text{ vậy } K_1 = -\alpha_a \quad (1)$$

* Cho $U_1 = 0$, khi đó mạch làm việc nh- một bộ khuếch đại không đảo có phân áp, Để tìm U_{ra2} theo U_2 ta áp dụng định luật Kiếchớp 1 tại nút P, ta có: $I_3 = I_4 + I_0^+$

(giả thiết IC lý t-ởng nên $I_0^- = I_0^+ = 0$) $\rightarrow I_3 = I_4 = \frac{U_2}{R_b / \alpha_b + R_b}$, ta có:

$$U_P = U_{Rb} = \frac{U_2}{R_b / \alpha_b + R_b} \cdot R_b \quad (*). \text{ Ta có định luật Kiếchớp 1 tại nút N: } I_1 + I_2 = I_0^- = 0$$

$$\text{Hay: } \frac{U_1 - U_N}{R_a / \alpha_a} + \frac{U_{ra} - U_N}{R_a} = 0 \rightarrow U_N = \frac{U_{ra2}}{R_a / \alpha_a + R_a} \cdot R_a / \alpha_a \quad (**). \text{ Mặt khác:}$$

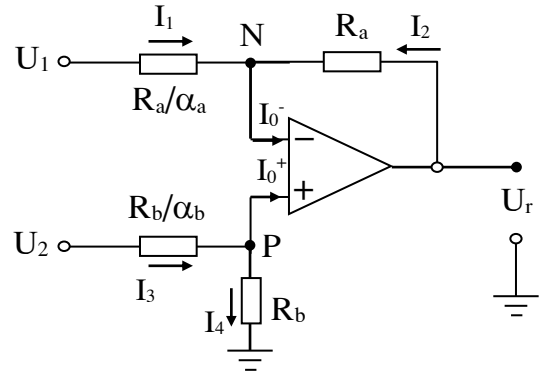
Do $U_0 = U_P - U_N = 0 \rightarrow U_P = U_N$, từ (*) và (**) ta có:

$$\frac{U_{ra2}}{R_a / \alpha_a + R_a} \cdot R_a / \alpha_a = \frac{U_2}{R_b / \alpha_b + R_b} \cdot R_b \rightarrow U_{ra2} = \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b} \cdot (1 + \alpha_a) \cdot U_2 \quad (2)$$

$$\rightarrow K_2 = \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b} \cdot (1 + \alpha_a). \text{ Vậy } U_{ra} = U_{ra1} + U_{ra2} \rightarrow U_{ra} = \frac{\alpha_b}{1 + \alpha_b} \cdot (1 + \alpha_a) \cdot U_2 - \alpha_a \cdot U_1$$

Nếu $\alpha_a = \alpha_b = \alpha$ thì $K_1 = -\alpha$, $K_2 = \alpha$

$$\text{Vậy: } U_{ra} = \alpha (U_2 - U_1)$$



6. Mạch tích phân

Sơ đồ mạch tích phân cho trên hình vẽ.

Giả thiết IC lý tưởng, ta có định luật Kirchhoff 1 tại nút N: $I_R = I_C + I_0^- = I_C$ (Do $I_0^+ = I_0^- = 0$)

Hay: $\frac{U_V - U_N}{R} = C \frac{d(U_N - U_{ra})}{dt}$, mặt khác do $U_N = U_P = 0$

Nên: $\frac{U_V}{R} = -C \frac{dU_{ra}}{dt} \rightarrow U_{ra} = -\frac{1}{RC} \int_0^t U_V \cdot dt + U_{r0}$

Trong đó: U_{r0} là điện áp trên tụ C khi $t = 0$ (là hằng số tích phân xác định từ điều kiện ban đầu), thường khi $t = 0$, $U_V = 0$ và $U_{ra} = 0$, nên ta có:

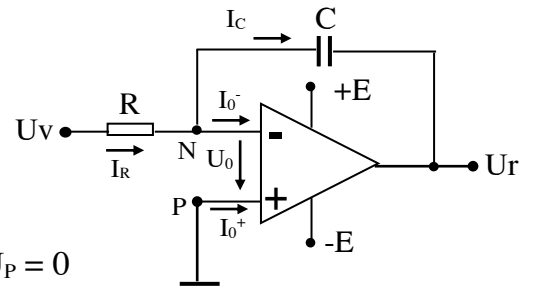
$$U_{ra} = -\frac{1}{\tau} \int_0^t U_V \cdot dt, \text{ trong đó: } \tau = RC \text{ là hằng số tích phân của mạch}$$

- Khi tín hiệu vào thay đổi từng nấc, tốc độ thay đổi của điện áp ra sẽ bằng:

$$\frac{\Delta U_{ra}}{\Delta t} = -\frac{U_V}{RC}$$

nghĩa là ở đầu ra mạch tích phân sẽ có điện áp tăng (hay giảm) tuyến tính theo thời gian.

- Đối với tín hiệu hình sin, bộ tích phân sẽ là bộ lọc tần thấp quay pha tín hiệu hình sin đi 90° và hệ số khuếch đại của nó tỷ lệ nghịch với tần số.



7. Mạch vi phân

Sơ đồ mạch vi phân cho trên hình vẽ.

Giả thiết IC lý tưởng, ta có định luật Kirchhoff 1 tại nút N: $I_C = I_R + I_0^- = I_R$ (Do $I_0^+ = I_0^- = 0$)

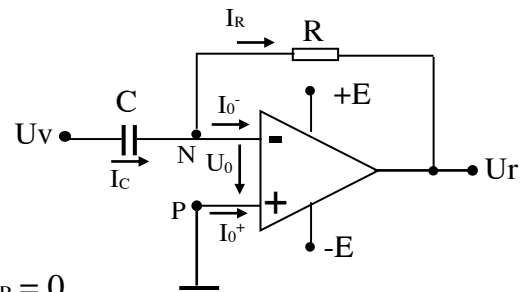
Hay: $\frac{U_N - U_{ra}}{R} = C \frac{d(U_V - U_N)}{dt}$, mặt khác do $U_N = U_P = 0$

Nên: $-\frac{U_{ra}}{R} = C \frac{dU_V}{dt} \rightarrow U_{ra} = -RC \frac{dU_V}{dt} = -\tau \frac{dU_V}{dt}$

Trong đó: $\tau = RC$ là hằng số vi phân của mạch

- Khi tín hiệu vào là hình sin, bộ vi phân làm việc như là bộ lọc tần cao, hệ số khuếch đại của nó tỷ lệ thuận với tần số tín hiệu vào và làm quay pha U_{ra} 1 góc 90° .

- Thường bộ vi phân làm việc kém ổn định ở tần cao vì khi đó $Z_C = \frac{1}{\omega C} \rightarrow 0$ làm hệ số hồi tiếp âm giảm.

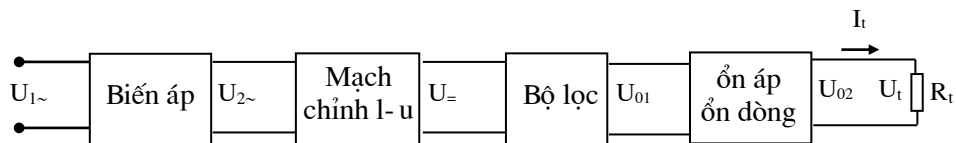


§6. NGUỒN MỘT CHIỀU

1. Khái niệm chung.

Năng lượng điện một chiều thường được dùng để cung cấp cho một số thiết bị và phụ tải như: máy điện, điện phân, nạp ác quy và các hệ thống điện tử nói chung. Trong thực tế, năng lượng một chiều có được chủ yếu được lấy từ nguồn năng lượng xoay chiều của lưới điện thông qua một quá trình biến đổi được thực hiện trong nguồn một chiều.

Sơ đồ khối của nguồn một chiều như hình vẽ:



Trong đó:

- Máy biến áp: dùng để biến đổi điện áp xoay chiều U_1 thành điện áp xoay chiều U_2 có cùng tần số và có giá trị thích hợp với yêu cầu.
- Mạch chỉnh l-u: dùng để biến đổi điện áp xoay chiều U_2 thành điện áp một chiều U_+ không bằng phẳng (đập mạch).
- Bộ lọc: có nhiệm vụ san bằng điện áp một chiều đập mạch thành điện áp một chiều U_{01} ít nhấp nhô hơn.
- Bộ ổn áp (ổn dòng) 1 chiều: có nhiệm vụ ổn định điện áp (dòng điện) ở đầu ra U_{02} (I_t) không đổi khi điện áp lưới hay điện trở tải thay đổi trong 1 phạm vi nhất định.

2. Loại các thành phần xoay chiều của dòng điện (điện áp) ra tải.

Trong các mạch chỉnh l-u đã xét, điện áp hay dòng điện ra tải tuy có cực tính không đổi nhưng giá trị của chúng thay đổi theo thời gian một cách chu kỳ nên ta gọi là sự đập mạch của điện áp hay dòng điện sau chỉnh l-u.

- Tổng quát: khi tải là thuần trở, dòng điện tổng ra tải là:

$$i_t = I_0 + \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cdot \sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cdot \cos n\omega t. \text{ Trong đó: } I_0 \text{ là thành phần một chiều.}$$

$$\sum_{n=1}^{\infty} A_n \cdot \sin n\omega t + \sum_{n=1}^{\infty} B_n \cdot \cos n\omega t \text{ là tổng các sóng hài xoay chiều có giá trị, pha, tần số}$$

khác nhau. Các sóng hài này gây ra tiêu thụ năng lượng vô ích và gây nhiễu loạn cho sự làm việc của tải vì vậy ta phải lọc các sóng hài này để cho dòng điện ra tải i_t ít đập mạch.

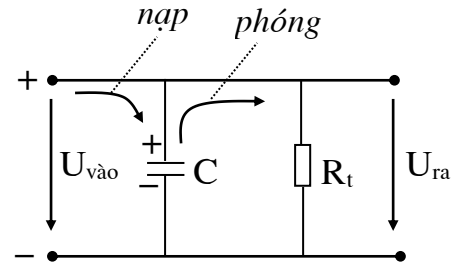
- Để đánh giá chất lượng bộ lọc nên ta đưa ra định nghĩa hệ số đập mạch K_P của bộ lọc.

$$K_P = \frac{\text{Biên độ sóng hài lớn nhất của } i_t (u_t)}{\text{Giá trị trung bình của } i_t (u_t)}$$

K_P càng nhỏ thì chất lọc của bộ lọc càng cao.

a. Bộ lọc bằng tụ điện.

Để lọc bằng tụ điện, tụ C được mắc song song với tải, dựa vào quá trình nạp và phóng của tụ điện ở mỗi nửa chu kỳ của điện áp chỉnh lưu mà ta nhận được điện áp ra trên tải bằng phẳng hơn.



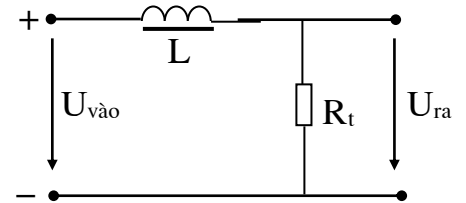
- Về mặt điện kháng: với các thành phần sóng hài có tần số càng cao thì dung kháng ($X_C = \frac{1}{\omega.C}$) càng nhỏ, khi đó các sóng hài này bị nối tắt về điểm chung và tiêu tán trên mạch vòng của cuộn dây thứ cấp, bộ chỉnh lưu.

- Hệ số đập mạch K_P khi lọc bằng tụ điện: ($K_P = \frac{2}{\omega.R_t.C}$)

Có nghĩa là tác dụng lọc càng rõ rệt khi C và R_t càng lớn nh- vậy bộ lọc này thích hợp với tải có điện áp cao và dòng điện nhỏ.

b. Bộ lọc bằng cuộn dây.

Cuộn cảm L được mắc nối tiếp với tải, do dòng điện (điện áp) sau chỉnh lưu biến thiên đập mạch trong cuộn dây L sẽ xuất sức điện động tự cảm chống lại, do đó làm giảm các sóng hài.

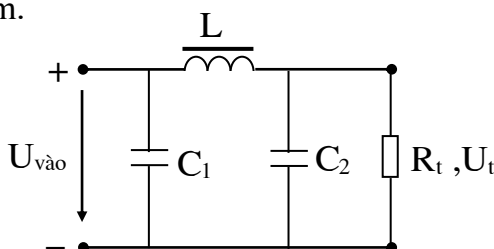


- Về mặt điện kháng: $X_L = L.\omega$, các sóng hài bậc n có tần số càng cao thì X_L càng lớn sẽ bị cuộn L chặn lại càng nhiều. Do đó dòng điện ra tải chỉ có thành phần 1 chiều I_0 và 1 lượng nhỏ các sóng hài.

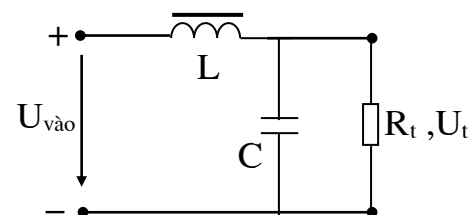
- Hệ số đập mạch của bộ lọc dùng cuộn L là: ($K_P = \frac{R_t}{3.\omega.L}$)

Nghĩa là tác dụng lọc của cuộn L càng cao khi R_t càng nhỏ. Do đó cách lọc này thích hợp với tải có điện áp thấp và dòng điện cao. Khi giá trị cuộn L càng lớn thì tác dụng lọc càng tăng, tuy nhiên không nên dùng cuộn L quá lớn vì khi đó điện trở 1 chiều của cuộn L lớn nên sụt áp 1 chiều trên nó tăng, làm giảm hiệu suất của bộ chỉnh lưu.

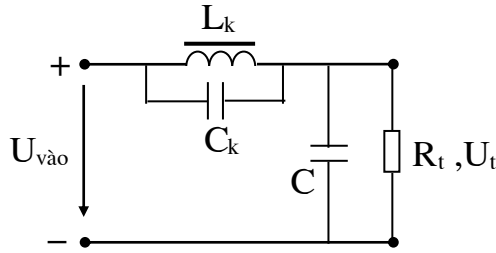
Để tăng hiệu quả lọc người ta kết hợp tụ điện và cuộn cảm để tạo thành những mạch lọc, cũng có thể mắc nối tiếp nhiều mạch lọc với nhau, tuy nhiên khi đó hiệu suất của mạch sẽ giảm.



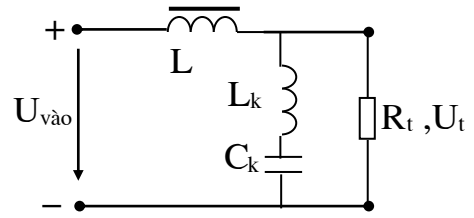
(Hình c: Bộ lọc hình π)



(Hình d: Bộ lọc hình L ngược)



(Hình e: Bộ lọc cộng hưởng song song)



(Hình f: Bộ lọc cộng hưởng nối tiếp)

- Trên sơ đồ hình e, người ta sử dụng mạch cộng hưởng LC song song do đó nó sẽ chặn thành phần sóng hài có tần số bằng hoặc gần bằng tần số cộng hưởng riêng của mạch

- Sơ đồ hình f, người ta mắc song song với tải một mạch cộng hưởng LC nối tiếp, khi đó nó sẽ nối tắt các tín hiệu có tần số bằng tần số cộng hưởng riêng của mạch không cho ra tải.

3. Ổn định điện áp và dòng điện

a. Ổn định điện áp

- Nhiệm vụ: Các bộ ổn định điện áp có nhiệm vụ ổn định điện áp 1 chiều ra tải không đổi khi điện áp vào và tần số lưới điện thay đổi, tải thay đổi.

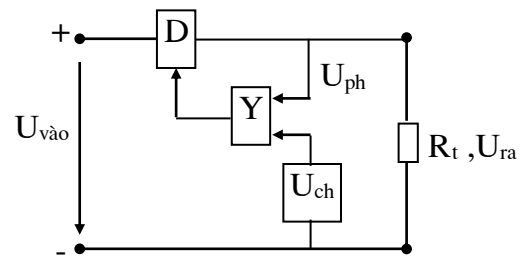
Sau đây ta xét các bộ ổn áp cơ bản:

* **Bộ ổn áp tham số** (đã xét ở phần ổn định điện áp dùng điốt Zener).

* **Ổn áp loại bù**

Để nâng cao chất lượng ổn định, ta dùng bộ ổn áp kiểu bù (còn gọi là ổn áp so sánh hay ổn áp có hồi tiếp). Ta xét loại ổn áp loại bù kiểu mắc nối tiếp (hình a)

Trong sơ đồ khối phân tử điều chỉnh D được mắc nối tiếp với tải, khi đó dòng điện qua tải cũng bằng dòng qua phân tử điều chỉnh D. Nguyên lý hoạt động dựa trên sự biến thiên điện trở trong của đèn D để thay đổi điện áp trên đầu ra của nó tùy theo sự điều khiển của điện áp sau khối so sánh và khuếch đại tín hiệu sai lệch Y. Khối Y sẽ so sánh tín hiệu từ nguồn điện áp chuẩn U_{ch} với điện áp U_{ph} tỷ lệ với U_{ra} . Từ sơ đồ ta có:



Hình a: Sơ đồ khối bộ ổn áp mắc nối tiếp

$$U_{vào} = U_D + U_{ra} \rightarrow U_{ra} = U_{vào} - U_D = \text{const.}$$

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

Nếu giả sử khi điện áp vào U_V thay đổi làm cho điện áp ra có xu hướng thay đổi $\rightarrow U_{ph}$ thay đổi theo, sau khi so sánh với U_{ch} , lượng sai lệch $\pm \Delta U = |U_{ph} - U_{ch}|$ sẽ tác động vào phân tử điều chỉnh D làm cho sụt áp trên phân tử D là U_D sẽ cùng tăng hay cùng giảm so với điện áp vào để giữ cho điện áp ra được ổn định.

Hình b trình bày nguyên lý của một bộ ổn áp kiểu bù cực tính dòng mắc nối tiếp cấu tạo theo sơ đồ hình a.

Ta xét một sơ đồ dùng Tranzito như hình vẽ. Giả sử khi U_V tăng $\rightarrow U_{ra}$ tăng $\rightarrow U_{ph}$ tăng. Trong đó U_{ch} có xu hướng khóa Tranzito T_2 còn U_{ph} có xu hướng mở T_2 .

- Khi U_{ph} tăng và lớn hơn $U_{ch} \rightarrow U_{BET2}$ tăng \rightarrow Tranzito T_2 mở thêm $\rightarrow U_{CET2}$ giảm 1 lượng là $\Delta U \rightarrow U_{BET1}$

giảm $\rightarrow T_1$ khóa bớt lại $\rightarrow U_{CET1}$ tăng. Mặt khác, ta có: $U_V = U_{CET1} + U_{ra}$

$$\rightarrow U_{ra} = U_V - U_{CET1} = \text{const.}$$

Trong sơ đồ:

- + Tranzito T_1 được xem là phân tử điều chỉnh D,
- + Điện trở R_2 , D_Z tạo nên mạch ổn áp thông số để lấy ra điện áp chuẩn U_{ch} , điện áp phản hồi được lấy trên bộ phân áp R_3 , VR, R_4
- + Tranzito T_2 đóng vai trò là khối so sánh và khuếch đại tín hiệu sai lệch. Tín hiệu phản hồi và U_{ch} theo một vòng kín được đặt vào cực gốc — phát của Tranzito T_2 .
- + Các tụ C_1 , C_2 , C_3 có tác dụng lọc thêm nhằm giữ cho điện áp ra bằng phẳng hơn.

Từ sơ đồ, tại lối ra ta có:

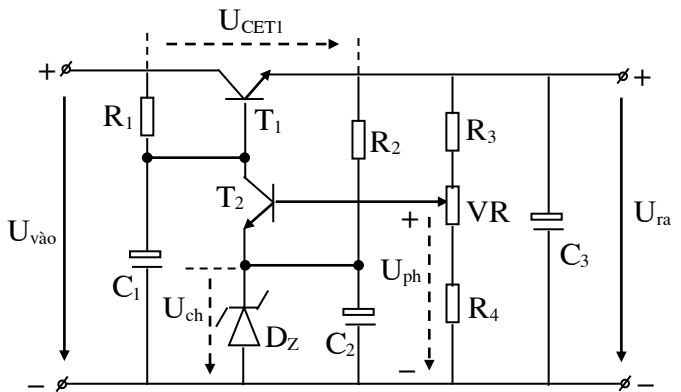
$$U_{ra} = U_{ph} \cdot \frac{R_3 + VR + R_4}{VR + R_4}; \text{ Mặt khác: } U_{ph} = U_{BET2} + U_Z = 0,6 + U_Z$$

$$\Rightarrow U_{ra} = (0,6 + U_Z) \cdot \frac{R_3 + VR + R_4}{VR + R_4} (*). \text{ Nh vậy khi thay đổi VR ta có thể thay đổi được}$$

điện áp ra theo biểu thức (*)

+ Nhận xét: Bộ ổn áp theo phương pháp bù liên tục có chất lượng ổn định cao, cho phép thay đổi được mức điện áp ra trong một dải nhất định, tuy nhiên có hiệu suất thấp (khoảng 50%) do tổn hao công suất của nguồn một chiều trên bộ ổn định tương đối lớn.

* **Bộ ổn áp dùng IC tuyến tính**



Hình b: Bộ ổn áp loại bù kiểu nối tiếp dùng Tranzito

Bài giảng Kỹ thuật điện tử phần Kỹ thuật Tương tự

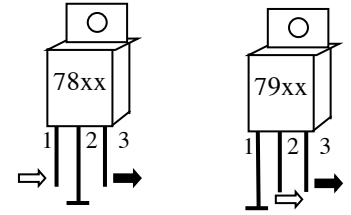
Sau đây ta xét các loại IC ổn áp cơ bản

+ IC ổn áp ba chân có điện áp ra không điều chỉnh đ-ợc (xét họ 78xx và 79xx).

Trong đó: họ IC 78xx có điện áp ra U_{ra} d-ong, còn họ 79xx có điện áp ra âm. Cả 2 loại này có điện áp ra cố định không thay đổi đ-ợc, dòng điện ra $\leq 1A$. Chỉ số xx chỉ điện áp ra ổn định, ví dụ:

7805 ($U_{ra} = +5V$); 7812 (+12V); 7815 (+15V); 7824 (+24V)....

7905 ($U_{ra} = -5V$); 7912 (-12V); 7915 (-15V); 7924 (-24V)....



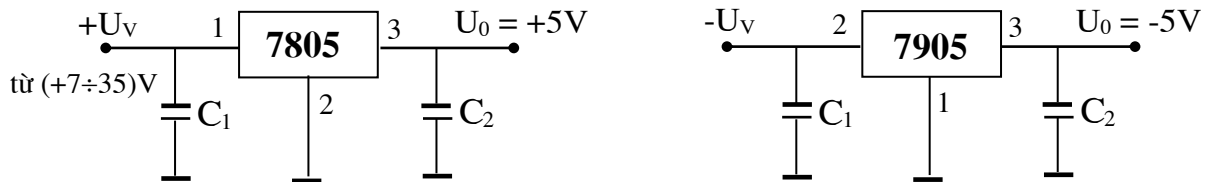
-Tuỳ theo khả năng cung cấp dòng tải của IC ổn áp

ng-ời ta ghi thêm các mẫu tự sau họ 78; 79 để chỉ dòng ra danh định:

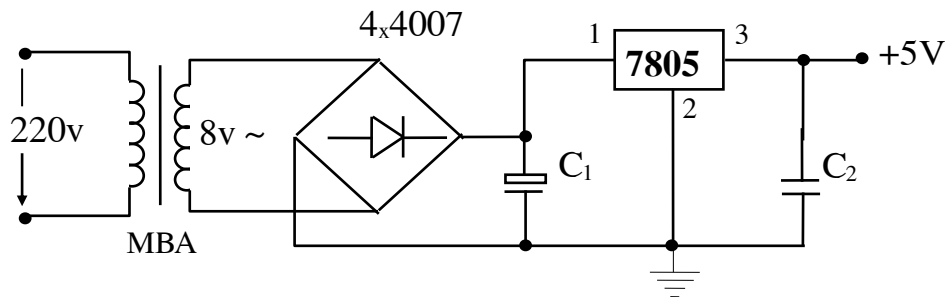
Ví dụ: 78Lxx : dòng ra 100mA; 78Mxx : dòng ra 500mA; 78xx : dòng ra 1A

78Txx : dòng ra 3A; 78Hxx : dòng ra 5A

+ Mạch ổn áp d-ong và mạch ổn áp âm:



Ví dụ 1: Bộ nguồn 1 chiều cho điện áp ra ổn định +5V



Ví dụ 2: Bộ nguồn 1 chiều cho điện áp ra đối xứng $\pm 5V$

