

LINH KIỆN BÁN DẪN VÀ IC

- Biết cấu tạo, kí hiệu, phân loại và công dụng của một số linh kiện bán dẫn và IC.
- Biết được nguyên lí làm việc của triac và triac.

Tất cả các linh kiện bán dẫn và IC (vi mạch tổ hợp) đều được chế tạo từ các chất bán dẫn loại P và loại N. Tùy theo cách tổ hợp của các tiếp giáp P – N sẽ tạo ra các linh kiện bán dẫn khác nhau.

I – ĐIÓT BÁN DẪN

Điốt bán dẫn là linh kiện bán dẫn có một tiếp giáp P – N, có vỏ bọc bằng thuỷ tinh, nhựa hoặc kim loại. Có hai dây dẫn ra là hai điện cực : anôt (A) và catôt (K).

* Theo công nghệ chế tạo, điốt được phân ra :

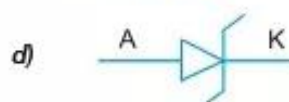
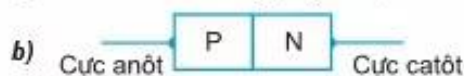
- Điốt tiếp điểm : chỗ tiếp giáp P – N là một điểm rất nhỏ, chỉ cho dòng điện nhỏ đi qua, thường được dùng để tách sóng và trộn tần.
- Điốt tiếp mặt : chỗ tiếp giáp P – N có diện tích lớn, cho dòng điện lớn đi qua, được dùng để chỉnh lưu.

* Theo chức năng, điốt được phân ra các loại chính sau :

- Điốt ổn áp (điốt zêne) : cho phép dùng ở vùng điện áp ngược đánh thủng mà không hỏng, được dùng để ổn định điện áp một chiều.
- Điốt chỉnh lưu : biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều.



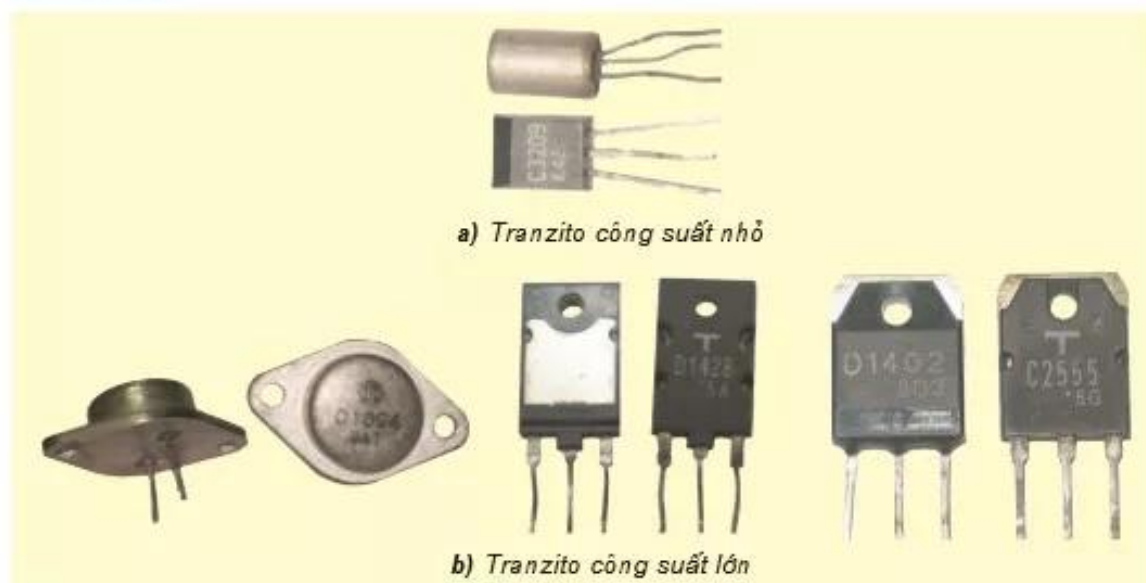
a)



Hình 4 – 1. Điốt bán dẫn

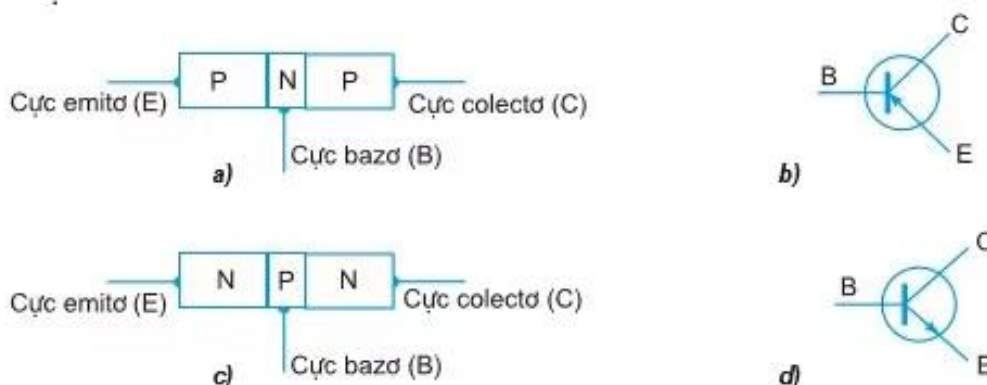
a) Hình dạng điốt; b) Cấu tạo điốt; c) Kí hiệu điốt; d) Kí hiệu điốt zêne.

II – TRANZITO



Hình 4 – 2. Hình dạng một số loại tranzito

Tranzito là một linh kiện bán dẫn có hai tiếp giáp P – N, có vỏ bọc bằng nhựa hoặc kim loại. Tranzito có ba dây dẫn ra là ba điện cực, cấu tạo và kí hiệu của nó như hình 4 – 3.



Hình 4 – 3. Tranzito

- a) Cấu tạo tranzito PNP ; b) Kí hiệu tranzito PNP ;
c) Cấu tạo tranzito NPN ; d) Kí hiệu tranzito NPN.

Tùy theo cấu tạo, người ta phân tranzito thành hai loại : tranzito PNP và tranzito NPN. Chiều mũi tên ở trên kí hiệu của tranzito chỉ chiều dòng điện chạy qua tranzito : từ cực E sang cực C ở bán dẫn PNP và từ cực C sang cực E ở bán dẫn NPN.

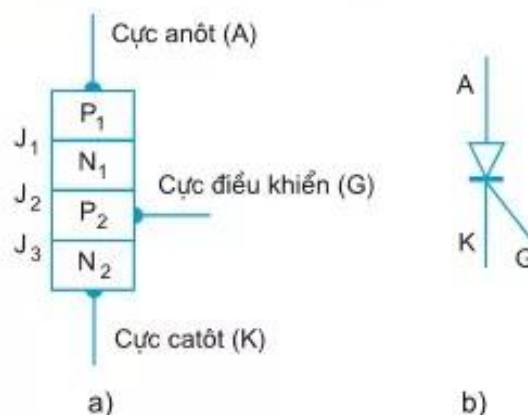
Tranzito là linh kiện tích cực trong mạch điện tử, nó được dùng để khuếch đại tín hiệu, để tạo sóng, tạo xung...

III – TIRIXTO (ĐIÔT CHỈNH LƯU CÓ ĐIỀU KHIỂN – SCR)

1. Cấu tạo, kí hiệu, công dụng

Tirixto là linh kiện bán dẫn có ba tiếp giáp P–N, có vỏ bọc bằng nhựa hoặc kim loại, có ba dây dẫn ra là ba điện cực : anôt (A) ; catôt (K) ; điều khiển (G) (hình 4 – 4).

Tirixto thường được dùng trong mạch chỉnh lưu có điều khiển, bằng cách điều khiển cho U_{GK} xuất hiện sớm hay muộn, qua đó thay đổi giá trị của điện áp ra.



Hình 4 – 4. Tirixto
a) Cấu tạo tirixto ; b) Kí hiệu tirixto.

2. Nguyên lí làm việc và số liệu kĩ thuật

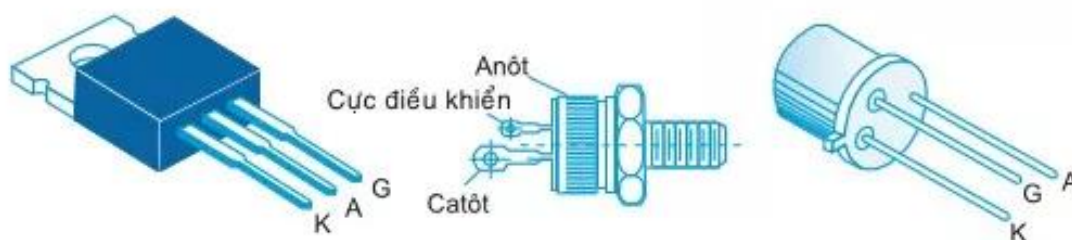
a) Nguyên lí làm việc

- Khi chưa có điện áp dương U_{GK} vào cực điều khiển thì dù cực anôt có được phân cực thuận $U_{AK} > 0$, tirixto vẫn không dẫn điện.
- Khi đồng thời có U_{AK} dương và U_{GK} cũng dương thì tirixto mới dẫn điện. Khi tirixto đã thông, U_{GK} không còn tác dụng nữa. Lúc này tirixto làm việc như một điôt tiếp mặt, nó chỉ dẫn điện một chiều từ A sang K và sẽ ngưng dẫn khi $U_{AK} \leq 0$.

b) Số liệu kĩ thuật

Khi dùng tirixto cần quan tâm đến các số liệu kĩ thuật chủ yếu là :

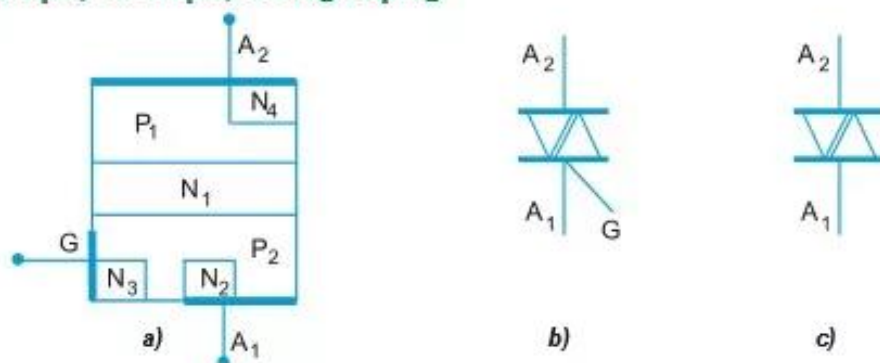
I_{AK} định mức, U_{AK} định mức, U_{GK} định mức, I_{GK} định mức.



Hình 4 – 5. Hình dạng, cách bố trí chân của tirixto

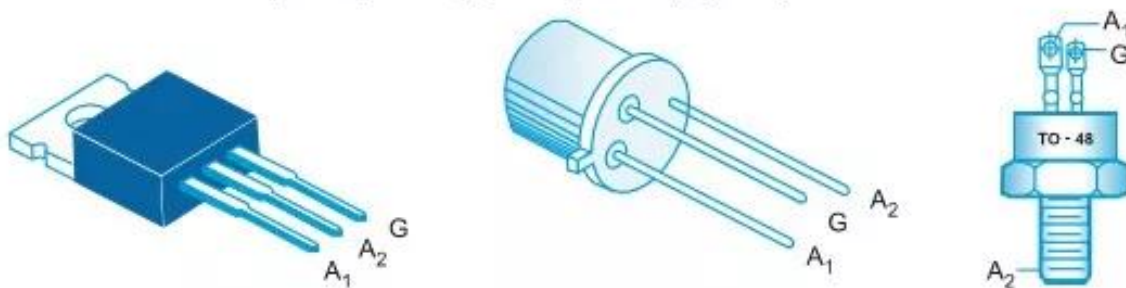
IV – TRIAC VÀ DIAC

1. Cấu tạo, kí hiệu, công dụng



Hình 4 – 6. Triac và diac

a) Cấu tạo triac ; b) Kí hiệu triac ; c) Kí hiệu diac.



Hình 4 – 7. Hình dạng, cách bố trí chân của triac

Triac và diac là linh kiện bán dẫn được kí hiệu như hình 4 – 6. Triac có 3 điện cực là : A_1 , A_2 và G .

Diac có cấu tạo hoàn toàn giống như triac nhưng không có cực điều khiển G .

Triac và diac được dùng để điều khiển các thiết bị điện trong các mạch điện xoay chiều.

2. Nguyên lí làm việc và số liệu kĩ thuật

a) Nguyên lí làm việc

* Triac

- Khi cực G và A_2 có điện thế âm so với A_1 thì triac mở. Cực A_1 đóng vai trò anốt, còn cực A_2 đóng vai trò catốt. Dòng điện chạy từ A_1 sang A_2 .
- Khi cực G và A_2 có điện thế dương so với A_1 thì triac mở. Cực A_2 đóng vai trò anốt, còn cực A_1 đóng vai trò catốt. Dòng điện chạy từ A_2 sang A_1 .

Từ đó thấy rằng, triac có khả năng dẫn điện theo cả hai chiều và đều được cực G điều khiển lúc mở.

*** Điac**

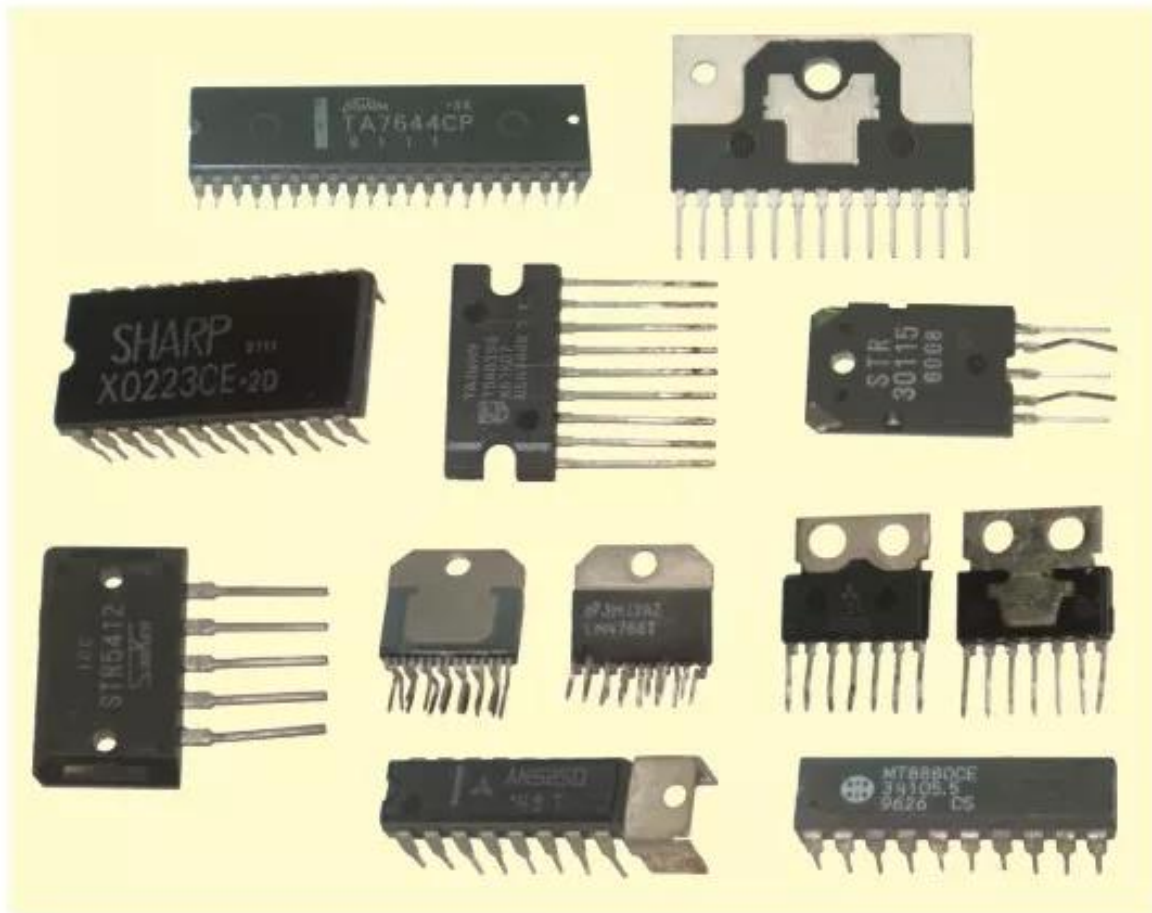
Điac không có cực điều khiển nên được kích mở bằng cách nâng cao điện áp đặt vào hai cực.

b) *Số liệu kĩ thuật* : Triac, điac có số liệu kĩ thuật giống như tirixto.

V – QUANG ĐIỆN TỬ

Quang điện tử là linh kiện điện tử có thông số thay đổi theo độ chiếu sáng, được dùng trong các mạch điện tử điều khiển bằng ánh sáng. Ví dụ, loại quang điện tử khi cho dòng điện chạy qua, nó bức xạ ra ánh sáng, được gọi là LED (Light Emitting Diode).

VI – VI MẠCH TỔ HỢP (IC)



Hình 4 – 8. Hình dạng một số loại IC

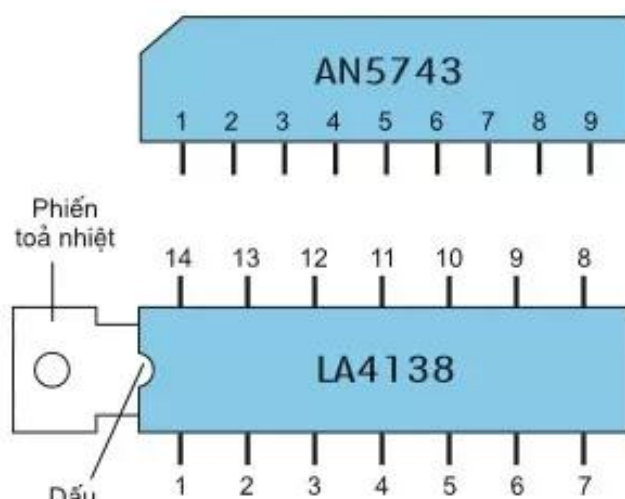
IC là cách gọi tắt dùng hai chữ cái đứng đầu của từ Integrated Circuit. Nó là mạch vi điện tử tích hợp, được chế tạo bằng các công nghệ đặc biệt hết sức tinh vi, chính xác. Trên chất bán dẫn Si làm nền, người ta tích hợp, tạo ra trên đó các loại linh kiện cần thiết như điện trở, tụ điện, điôt, tranzito... Chúng được mắc nối với nhau theo từng nguyên lí làm việc cụ thể của từng loại mạch điện. Do đó mỗi IC có kí hiệu và các chân ra khác nhau. Người ta chia IC ra làm hai nhóm :

- IC tương tự được dùng để khuếch đại, tạo dao động, làm ổn áp, thu, phát sóng vô tuyến điện, giải mã cho tivi màu...
- IC số được dùng trong các thiết bị tự động, thiết bị xung số, trong xử lí thông tin, trong máy tính điện tử...

Khi sử dụng các linh kiện bán dẫn và IC, cần tra cứu sổ tay để lắp mạch cho đúng. Thông thường IC được bố trí chân theo kiểu hình răng lược có một hàng chân hoặc kiểu chân rết có hai hàng chân. Cách đếm chân IC theo quy ước như hình 4 – 9.

Đối với IC một hàng chân, nhìn theo mặt bên phải, tức là mặt có ghi các chữ số kí hiệu của IC, ta đếm từ số 1 đến số cuối theo chiều từ trái sang phải.

Đối với IC hai hàng chân, nhìn từ trên IC xuống, đếm từ số 1 đến số cuối theo chiều ngược kim đồng hồ, bắt đầu từ bên có đánh dấu trên thân IC.



Hình 4 – 9. Cách bố trí chân của IC

CÂU HỎI

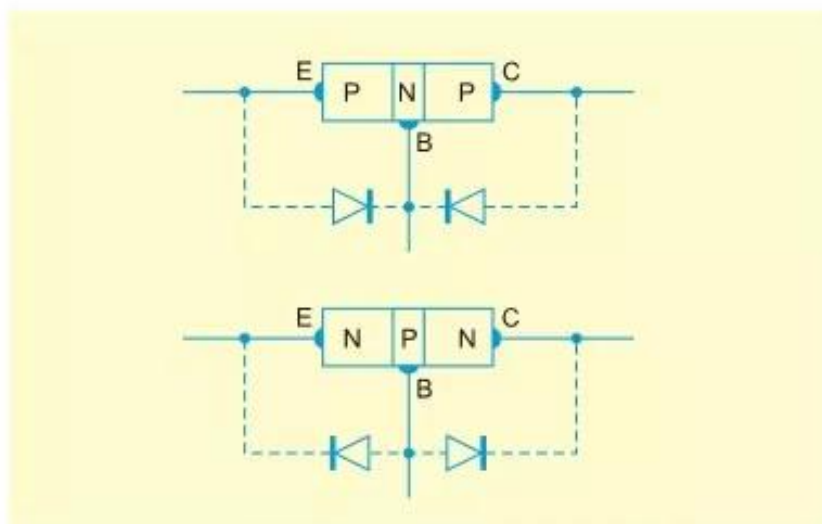
1. Trình bày cấu tạo, kí hiệu, phân loại và công dụng của điôt bán dẫn.
2. Trình bày cấu tạo, kí hiệu, phân loại và công dụng của tranzito.
3. Trixtơ thường được dùng để làm gì ?
4. Hãy so sánh sự giống nhau và khác nhau về nguyên lí làm việc giữa triac và trixtơ.

THÔNG TIN BỔ SUNG

1. Cấu tạo, kí hiệu, nguyên lí làm việc của tranzito

Tranzito có cấu tạo gồm các miền bán dẫn P và N xen kẽ nhau, tùy theo trình tự sắp xếp các miền P và N mà ta có hai loại tranzito là PNP hoặc NPN như hình 4 – 3. Để chế tạo ra các loại tranzito này người ta đã áp dụng các phương pháp công nghệ như phương pháp hợp kim, phương pháp khuếch tán, phương pháp epitaxi...

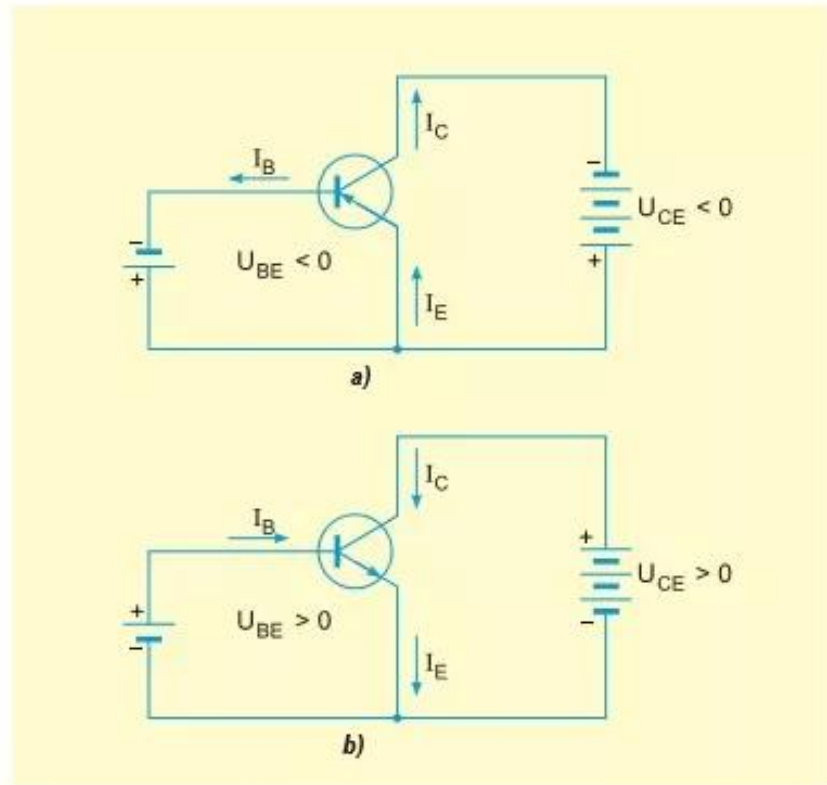
Miền bán dẫn thứ nhất của tranzito là miền emitter, có nồng độ tạp chất lớn nhất, điện cực nối với miền này gọi là cực emitter (cực phát). Miền thứ hai là miền bazơ, có nồng độ tạp chất ít hơn và độ dày nhỏ cỡ micro mét, điện cực nối với miền này gọi là cực bazơ (cực gốc). Miền thứ ba là miền collector, có nồng độ tạp chất trung bình, điện cực nối ra là cực collector (cực góp). Tiếp giáp P – N giữa miền emitter và bazơ gọi là tiếp giáp emitter (J_E), tiếp giáp P – N giữa miền bazơ và miền collector là tiếp giáp collector (J_C). Khi vẽ kí hiệu tranzito, cần chú ý đến mũi tên đặt ở giữa cực emitter và bazơ luôn có chiều chạy từ bán dẫn P sang bán dẫn N. Tranzito PNP có mũi tên chạy vào, tranzito NPN có mũi tên chạy ra. Chiều mũi tên chỉ chiều dòng điện chạy qua tranzito. Ở Việt Nam, do thói quen còn gọi tranzito PNP là *bán dẫn thuận*, tranzito NPN là *bán dẫn ngược*. Về mặt cấu trúc, có thể coi tranzito như hai điốt mắc đối nhau. Song, điều này hoàn toàn không có nghĩa là đem mắc hai điốt như hình 4 – 10 là có thể thực hiện được chức năng của tranzito, bởi vì khi đó không có tác dụng tương hỗ giữa hai tiếp giáp P – N.



Hình 4 – 10. Coi tranzito như hai điốt mắc đối nhau để đo kiểm tra

Khi đo kiểm tra tranzito, ta dùng phương pháp đo điện trở thuận, ngược của hai điốt này để nhanh chóng tìm ra cực B và loại tranzito, đồng thời kết luận được ngay tranzito đó hỏng hay tốt.

Để tranzito làm việc, phải dùng hai điện áp ngoài đặt vào giữa ba điện cực của tranzito, tức là phải phân cực cho nó. Ở chế độ khuếch đại thì tiếp giáp emitơ J_E phải được phân cực thuận để mở cửa cho hạt đa số xuất phát ra đi, tiếp giáp colectơ J_C phải phân cực ngược để có điện trường gia tốc lôi kéo tập trung các hạt này chạy đến cực colectơ, hình thành dòng điện chạy qua tranzito.

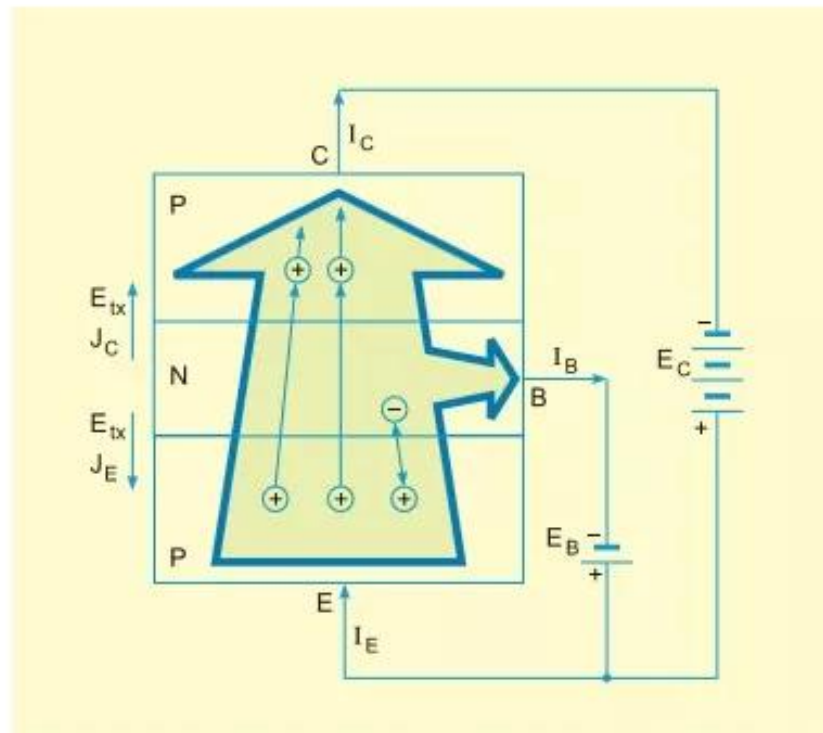


Hình 4 – 11. Sơ đồ phân cực của tranzito PNP (a) và tranzito NPN (b) làm việc ở chế độ khuếch đại

Hình 4 – 11 là sơ đồ phân cực để tranzito làm việc ở chế độ khuếch đại.

Để phân tích nguyên lí làm việc của tranzito, ta lấy tranzito PNP làm ví dụ (hình 4 – 12). Do J_E được phân cực thuận ở trạng thái mở, điện áp tiếp xúc là E_{EK} có chiều từ N \rightarrow P, các hạt đa số (lỗ (+)) từ miền E chạy qua J_E tạo nên dòng emitơ (I_E). Chúng tràn qua vùng bazơ hướng tới J_C . Trên đường khuếch tán, một số lỗ (+) bị tác hợp với điện tử (–) của miền bazơ tạo nên dòng điện bazơ (I_B). Do cấu tạo miền bazơ rất mỏng nên gần như toàn bộ các hạt đa số xuất phát từ miền E khuếch tán tới được bờ của J_C và được điện trường gia tốc (do J_C phân cực ngược) lôi kéo tràn qua miền colectơ đến cực colectơ, tạo nên dòng điện colectơ (I_C). Qua phân tích trên, ta thấy :

- Để tranzito làm việc phải có nguồn E_B phân cực thuận mở tiếp giáp EB cho hạt đa số xuất phát ra đi và phải có nguồn E_C với cực tính phù hợp để lôi kéo tập trung các hạt đa số chạy đến cực colectơ, tạo thành dòng điện chạy qua tranzito (hình 4 – 12).



Hình 4 – 12. Nguyên lí làm việc của tranzito PNP ở chế độ khuếch đại

– Mối quan hệ giữa các dòng điện trong tranzito là :

$$I_E = I_B + I_C$$

Để đánh giá mức hao hụt dòng khuếch tán của hạt đa số khi tràn qua miền bazơ, người ta gọi hệ số truyền đạt dòng điện của tranzito là α :

$$\alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

Hệ số α luôn nhỏ hơn 1 và có giá trị gần tới 1 đối với các tranzito loại tốt.

Để đánh giá tác dụng điều khiển của dòng I_B tới dòng I_C , người ta gọi hệ số khuếch đại dòng điện β của tranzito khi mắc cực emitter chung là :

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

Hệ số β có giá trị từ vài chục đến vài trăm ; β càng lớn, khả năng khuếch đại của tranzito đó càng lớn.

Từ công thức trên ta có thể suy ra các hệ thức sau đây :

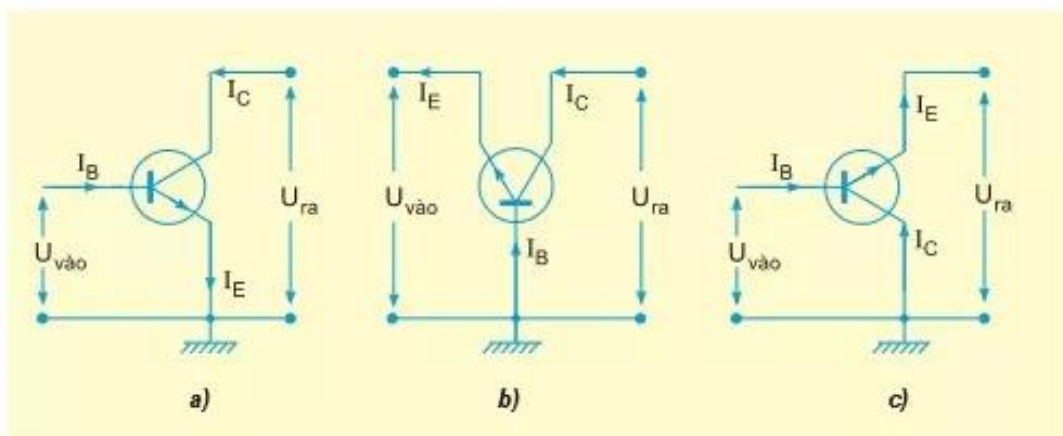
$$I_E = I_B(1 + \beta)$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

2. Ba cách mắc mạch tranzito

Khi dùng tranzito để khuếch đại, tín hiệu điện được đưa vào giữa hai điện cực và lấy ra cũng giữa hai điện cực. Trong đó, điện cực nào được nối chung cho cả đầu vào và đầu ra là điện cực chung. Về nguyên tắc, cực nối chung phải được nối đất về mặt điện xoay chiều để lấy đó làm nền so sánh giữa điện áp ra với điện áp vào. Ba cách mắc đó là : mắc emitor chung, mắc bazơ chung và mắc colectơ chung (hình 4 – 13).

Khi mắc emitor chung, mạch điện đạt được hệ số khuếch đại về điện áp, dòng điện và công suất đều lớn. Điện áp tín hiệu ở đầu ra ngược pha 180° so với điện áp tín hiệu ở đầu vào. Đây là dạng mạch điện được dùng nhiều nhất. Khi mắc bazơ chung, hệ số khuếch đại về điện áp, dòng điện và công suất đều có nhưng nhỏ hơn so với cách mắc emitor chung, điện áp tín hiệu ở đầu ra vẫn giữ nguyên pha như điện áp tín hiệu ở đầu vào. Cách mắc bazơ chung có ưu điểm khi làm việc ở tần số cao. Do đó, khi phải khuếch đại tín hiệu cao tần người ta thường dùng cách mắc này.



Hình 4–13. Ba cách mắc mạch tranzito

a) Mắc emitor chung ; b) Mắc bazơ chung ; c) Mắc colectơ chung.

Khi mắc colectơ chung, hệ số khuếch đại điện áp nhỏ hơn 1 và coi như xấp xỉ bằng 1. Hệ số khuếch đại về dòng điện và công suất lớn, điện áp tín hiệu ở đầu ra vẫn giữ nguyên pha như điện áp tín hiệu ở đầu vào. Do đó người ta còn gọi mạch khuếch đại mắc colectơ chung là mạch khuếch đại tải emitor hay mạch khuếch đại lặp lại. Ưu điểm nổi bật của mạch khuếch đại mắc colectơ chung là trở kháng vào cao, trở kháng ra nhỏ, rất dễ phối hợp trở kháng để ghép nối với tầng kích ở phía trước và với tải ở đầu ra phía sau. Người ta thường dùng mạch colectơ chung làm tầng đệm để ghép nối các phần mạch điện lại với nhau.