

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA NHIỆT – LẠNH**



**SVTH: 1. NGÔ HOÀNG ANH LỆ. - MSSV: 21003805
2. NGUYỄN QUỐC ÂN - MSSV: 21004715
3. PHẠM HUỲNH GIA BẢO - MSSV: 21003079**

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ TÍCH CỰC

**Ngành học: VẬN HÀNH - SỬA CHỮA THIẾT BỊ LẠNH
Lớp học: 20C1 – VSL1**

TIỂU LUẬN MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

GVGD: K.S ĐỖ TRỌNG QUÝ

Thành phố Hồ Chí Minh – 2022

**ỦY BAN NHÂN DÂN THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
KHOA NHIỆT LẠNH**



**SVTH: 1. NGÔ HOÀNG ANH LỆ. - MSSV: 21003805
2. NGUYỄN QUỐC ÂN - MSSV: 21004715
3. PHẠM HUỲNH GIA BẢO - MSSV: 21003079**

LINH KIỆN ĐIỆN TỬ TÍCH CỰC

**Ngành học: VẬN HÀNH - SỬA CHỮA THIẾT BỊ LẠNH
Lớp học: 21C1 – VSL1**

TIỂU LUẬN MÔN CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN – ĐIỆN TỬ

GV CHẤM 1

(Ký và ghi rõ họ và tên)

GV CHẤM 2

(Ký và ghi rõ họ và tên)

K.S ĐỒ TRỌNG QUÝ

Thành phố Hồ Chí Minh – 2022

MỤC LỤC

LỜI MỞ ĐẦU

LỜI CẢM ƠN

NHÂN XÉT CỦA GIÁO VIÊN

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

- 2.1 chất bán dẫn điện
- 2.1.1 chất bán dẫn thuần khiết
- 2.1.2. chất bán dẫn tạp
- 2.2 mặt ghép p – n
- 2.2.1 mặt ghép p – n khi chưa có điện áp ngoài
- 2.2.2 mặt ghép p – n khi có điện áp ngoài đặt vào
- 2.3 diode
- 2.3.1 cấu tạo và phân loại diode
- 2.3.2 đặt tuyến volt – ampere và các thông số cơ bản của diode
- 2.3.3 các ứng dụng thực tế
- 2.4 transistor công nghệ lưỡng cực
- 2.4.1 cấu trúc, nguyên lý làm việc và ký hiệu
- 2.4.2 phân loại, cấu tạo thực tế và các thông số cơ bản
- 2.5 các cách mắc và chế độ làm việc của transistor bjt
- 2.5.1 các cách mắc mạch cơ bản
- 2.5.2 các chế độ làm việc
- 2.6 phân cực cho transistor bjt
- 2.6.1 phương pháp chung
- 2.6.2 phương pháp định dòng bazơ
- 2.6.3 phương pháp định áp bazơ
- 2.7 transistor bjt làm việc ở chế độ khoá
- 2.7.1 khái quát chung
- 2.7.2 nguyên lý làm việc
- 2.7.3 tăng tốc độ chuyển trạng thái của khoá transistor bjt
- 2.8 transistor công nghệ đơn cực (fet)
- 2.8.1 khái quát chung
- 2.8.2 transistor trường có cực cửa tiếp giáp – jfet
- 2.8.3 transistor trường có cực cửa cách ly - mosfet

CHƯƠNG 3: MỘT SỐ BÀI TẬP ỨNG DỤNG CỦA LINH KIỆN

ĐIỆN TỬ TÍCH CỰC

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC HIỆN

- 4.1 tư đánh giá đề tài
- 4.1.1 ưu điểm
- 4.1.2 khuyết điểm
- 4.2 kết luận và đề nghị

TÀI LIỆU THAM KHẢO

LỜI MỞ ĐẦU

Ngày nay cùng với sự tiến bộ của khoa học và công nghệ, các thiết bị điện tử đang và sẽ được ứng dụng ngày càng rộng rãi trong hầu hết các lĩnh vực kinh tế-xã hội cũng như trong đời sống. Trong tất cả các thiết bị điện tử, Linh kiện điện tử tích cực là yếu tố không thể thiếu trong các mạch điện hiện nay. Gọi là linh kiện điện tử tích cực bởi vì chúng có khả năng biến đổi, hay thậm trí tạo ra tín hiệu. là linh kiện tương tác với nguồn điện AC/DC để cho ra nguồn tín hiệu mới, trong mạch tương đương thì biểu diễn bằng một máy phát tín hiệu như diode, transistor, ...

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đề tài tiểu luận này, nhóm em xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc đến, Thầy Đỗ Trọng Quý đã luôn đồng hành tận tình hướng dẫn, đưa ra những lời khuyên hữu ích và quan sát để chỉ ra những sai sót kịp thời trong suốt quá trình nhóm thực hiện.

Quý thầy cô Khoa Công Nghệ Kỹ Thuật Nhiệt Lạnh – Trường Cao đẳng Lý Tự Trọng TPHCM đã giảng dạy kiến thức nền tảng, truyền cảm hứng và luôn tạo điều kiện giúp chúng em trong quá trình học tập và các kiến thức liên quan đến đề tài.

Cuối cùng, nhóm xin gửi lời cảm ơn đến các bạn lớp 20C1-CNL1 đã luôn đồng hành giúp đỡ, nhiệt tình hỗ trợ trong quá trình học tập và làm đề tài tiểu luận.

Nhóm em xin chân thành cảm ơn!

NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN

**ĐỀ TÀI : LINH KIỆN ĐIỆN TỬ TÍCH CỰC
SINH VIÊN**

PHẦN TRÌNH BÀY NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

Linh kiện điện tử tích cực là yếu tố không thể thiếu trong các mạch điện hiện nay chúng được sử dụng để ghép nối lại với mục đích tạo thành các mạch điện hay là thiết bị điện tử. mục tiêu nghiên cứu nhằm nắm chắc kiến thức về linh kiện điện tử tích cực, biết vận dụng vào các bài tập ứng dụng và các công việc thực tế . Phạm vi nghiên cứu chỉ cơ sở lý thuyết của linh kiện . Tiểu luận gồm 4 chương:

- *Chương 1:Giới thiệu sơ lược về đề tài, mục tiêu và phạm vi làm đề tài*
- *Chương 2: Cơ sở lý thuyết. Chương này tóm tắt những nội dung về linh kiện điện tử tích cực*
- *Chương 3: Một số bài tập ứng dụng của linh kiện điện tử tích cực*
- *Chương 4: Kết quả thực hiện trong bài tiểu luận nêu lên ý kiến sau đó kết luận và đánh giá đề tài*

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. CHẤT BÁN DẪN ĐIỆN:

2.1.1. *Chất bán dẫn thuần khiết:*

2.1.1.1. Cấu trúc vùng năng lượng của chất rắn tinh thể:

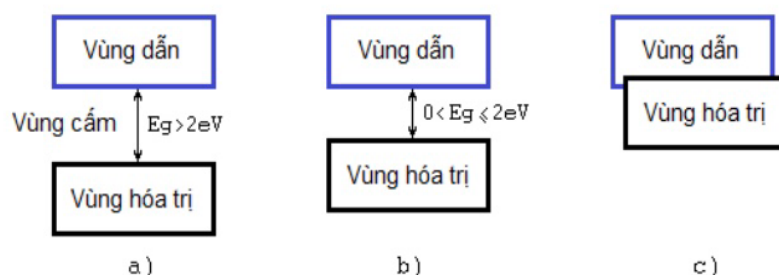
Cấu trúc năng lượng của một nguyên tử đứng cô lập có dạng là các mức rời rạc. Khi đưa các nguyên tử lại gần nhau, do tương tác, các mức này bị suy biến thành những dải gồm nhiều mức sát nhau được gọi là các vùng năng lượng. Đây là dạng cấu trúc năng lượng điển hình của vật rắn tinh thể.

Tùy theo tình trạng các mức năng lượng trong một vùng có bị điện tử chiếm chỗ hay không, người ta phân biệt 3 loại vùng năng lượng khác nhau.

- Vùng hóa trị (hay còn gọi là vùng đầy): Là vùng mà trong đó tất cả các mức năng lượng đều đã bị chiếm chỗ, không còn trạng thái (mức) năng lượng tự do.
- Vùng dẫn (vùng trống): là vùng mà trong đó các mức năng lượng đều còn bỏ trống hay chỉ bị chiếm chỗ một phần.
- Vùng cấm: Là vùng mà trong đó không còn tồn tại một mức năng lượng nào để điện tử có thể chiếm chỗ hay có thể nói là xác suất tìm hạt tại đây bằng 0.

Tùy theo vị trí tương đối giữa 3 loại vùng kể trên và xét theo tính chất dẫn điện của mình, các chất rắn cấu trúc tinh thể được chia thành 3 loại (xét ở 0K).

- Chất cách điện.
- Chất dẫn điện.
- Chất bán dẫn điện.



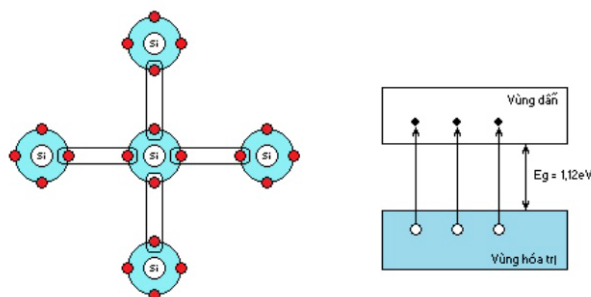
Hình 2.1 Phân loại vật rắn theo cấu trúc vùng năng lượng

a) Chất cách điện $E_g > 2eV$; b) Chất bán dẫn điện $0 < E_g \leq 2eV$;

c) Chất dẫn điện

2.1.1.2. Chất bán dẫn thuần:

Hai chất bán dẫn thuần điển hình là Germanium (Ge) và Silicium (Si) có cấu trúc vùng năng lượng với $E_g = 0,72eV$ và $E_g = 1,12eV$, thuộc nhóm bốn bảng tuần hoàn Mendeleev.



Hình 2.2: (a) Cấu trúc mạng tinh thể của chất bán dẫn thuần Si.

(b) Đồ thị vùng năng lượng với cơ chế phát sinh từng cặp hạt dẫn tự do.

Kết quả là:

1) Muốn tạo hạt dẫn tự do trong chất bán dẫn thuần cần có năng lượng kích thích đủ lớn $E_{kt} \geq E_g$

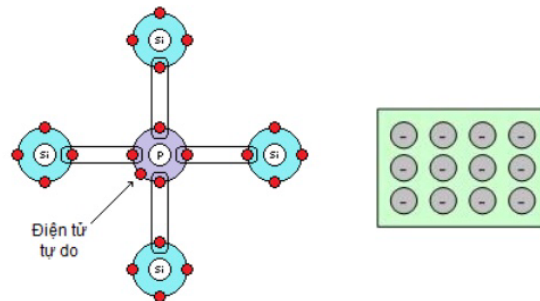
2) Dòng điện trong chất bán dẫn thuần gồm hai thành phần tương đương nhau do quá trình phát sinh từng cặp hạt dẫn tạo ra ($n_i = p_i$).

2.1.2. Chất bán dẫn tạp:

2.1.2.1. Chất bán dẫn tạp loại n:

Pha một lượng nhỏ chất có hoá trị 5 như Phospho (P) vào chất bán dẫn Si thì một nguyên tử P liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị, nguyên tử

Phospho chỉ có 4 điện tử tham gia liên kết và còn dư một điện tử và trở thành điện tử tự do (mang điện âm) => Chất bán dẫn lúc này trở thành thừa điện tử và được gọi là bán dẫn N (Negative : âm).

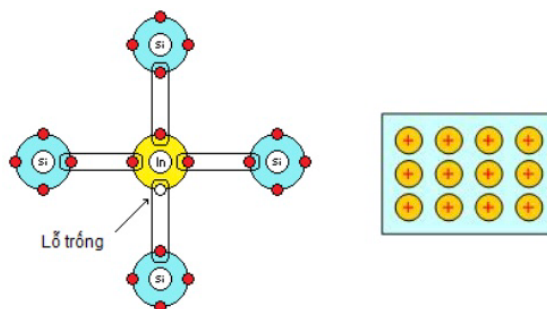


Hình 2.3: Mạng tinh thể của chất bán dẫn tạp loại N – Si

Vậy, chất bán dẫn tạp loại n là chất bán dẫn có thành phần dẫn điện cơ bản - thành phần dẫn điện đa số là các điện tử mang điện tích âm, còn các thành phần dẫn điện không cơ bản - thành phần dẫn điện thiểu số là các lỗ trống mang điện tích dương.

2.1.2.2. Chất bán dẫn tạp loại p:

Pha một lượng nhỏ chất có hoá trị 3 như Indium (In) vào chất bán dẫn Si thì 1 nguyên tử Indium sẽ liên kết với 4 nguyên tử Si theo liên kết cộng hoá trị, liên kết này bị thiếu một điện tử và trở thành lỗ trống (mang điện dương) => Chất bán dẫn lúc này trở thành thừa lỗ trống và được gọi là chất bán dẫn P (Positive - dương).



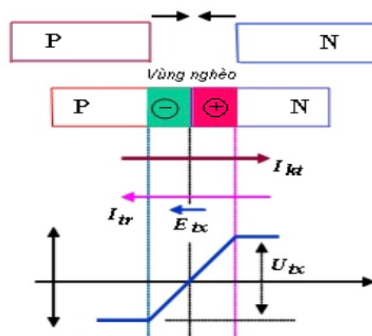
Hình 2.4: Mạng tinh thể của chất bán dẫn tạp loại P-Si

Vậy, chất bán dẫn tạp loại p là chất bán dẫn có thành phần dẫn điện cơ bản - thành phần dẫn điện đa số là các lỗ trống mang điện tích dương, còn các thành phần dẫn điện không cơ bản - thành phần dẫn điện thiểu số là các điện tử mang điện tích âm.

2.2. MẶT GHÉP P – N:

2.2.1. Mặt ghép p-n khi chưa có điện áp ngoài:

Khi cho hai đơn tinh thể bán dẫn tạp chất loại n và loại p tiếp giáp với nhau, các hiện tượng vật lý xảy ra tại nơi tiếp giáp là cơ sở cho hầu hết các dụng cụ bán dẫn điện hiện đại.



Hình 2.5: Mặt ghép p- n khi chưa có điện áp ngoài

Do có sự chênh lệch lớn về nồng độ của các hạt dẫn điện tại vùng tiếp giáp, sẽ có hiện tượng khuếch tán các hạt đa số qua nơi tiếp giáp, tức là xuất hiện 1 dòng điện khuếch tán I_{kt} hướng từ P sang N.

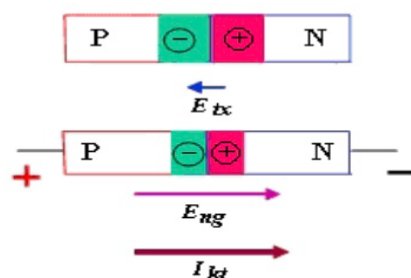
Tại vùng lân cận hai bên mặt tiếp giáp, xuất hiện một lớp điện tích khối do ion tạp chất tạo ra, lớp này nghèo hạt dẫn đa số và có điện trở lớn (lớn hơn nhiều so với các vùng còn lại), do vậy làm xuất hiện 1 điện trường nội bộ hướng từ vùng N (lớp ion dương) sang vùng P (lớp ion âm) gọi là điện trường tiếp xúc E_{tx} . Hay có thể nói đã xuất hiện 1 hàng rào điện thế hay một hiệu thế tiếp xúc U_{tx} .

Điện trường E_{tx} sẽ cản trở chuyển động của dòng khuếch tán và gây ra chuyển động gia tốc của các hạt thiểu số qua miền tiếp xúc (dòng trôi - I_{tr}), có chiều ngược lại với dòng khuếch tán. Quá trình này tiếp diễn sẽ dẫn tới 1 trạng thái cân bằng động $I_{kt} = I_{tr}$ và không có dòng điện qua tiếp xúc p - n.

Với những điều kiện tiêu chuẩn, ở nhiệt độ phòng, U_{tx} tại vùng tiếp giáp p - n có giá trị khoảng 0,3V với loại làm từ Ge và 0,6V với loại làm từ Si.

2.2.2. Mặt ghép p-n khi có điện áp ngoài đặt vào:

2.2.2.1. Điện áp ngoài phân cực thuận:

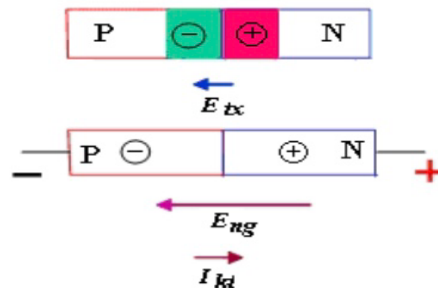


Hình 2.6: Mặt ghép p - n khi có điện áp phân cực thuận

Khi điện trường ngoài E_{ng} ngược chiều với E_{tx} (tức là có cực tính dương đặt vào P, âm đặt vào N) khi đó E_{ng} chủ yếu đặt lên vùng nghèo và xếp chồng với E_{tx} nên

cường độ trường tổng cộng tại vùng tiếp giáp giảm đi do đó làm gia tăng chuyển động khuếch tán I_{kt} , người ta gọi đó là hiện tượng phun hạt đa số qua miền tiếp giáp p - n. Còn dòng điện trôi do E_{tx} gây ra gần như giảm không đáng kể do nồng độ hạt thiểu số nhỏ. Trường hợp này gọi là phân cực thuận cho tiếp giáp p - n. Khi đó bề rộng vùng nghèo giảm đi.

2.2.2.2. Điện áp ngoài phân cực ngược:



Hình 2.7: Mặt ghép p - n khi có điện áp phân cực ngược

Khi E_{ng} cùng chiều với E_{tx} (nguồn ngoài có cực dương đặt vào N và âm đặt vào P), tác dụng xếp chồng điện trường tại vùng nghèo, dòng I_{kt} giảm tới không, dòng I_{tr} có tăng chút ít và nhanh đến một giá trị bão hòa gọi là dòng điện ngược bão hòa của tiếp giáp p - n. Bề rộng vùng nghèo tăng lên so với trạng thái cân bằng. Người ta gọi đó là sự phân cực ngược cho tiếp giáp p - n.

2.2.2.3. Tính dẫn dòng của mặt ghép p - n:

Kết quả là mặt ghép p - n khi đặt trong 1 điện trường ngoài có tính chất van-là tính chất dẫn điện không đối xứng theo 2 chiều hay có thể nói chỉ dẫn điện theo một chiều. Người ta gọi đó là hiệu ứng chỉnh lưu của tiếp giáp p - n.

- Theo chiều phân cực thuận, dòng có giá trị lớn tạo bởi dòng hạt đa số phun qua tiếp giáp p - n mở.

- Theo chiều phân cực ngược, dòng có giá trị nhỏ hơn do hạt thiểu số trôi qua tiếp giáp p - n khóa.

2.3. DIODE:

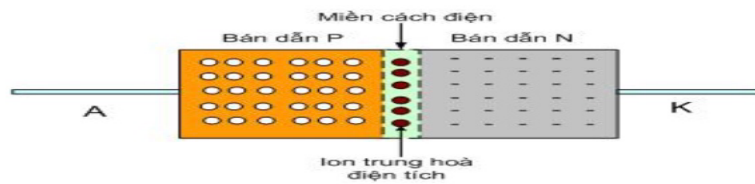
2.3.1. Cấu tạo và phân loại Diode:

2.3.1.1. Tiếp giáp p - n và cấu tạo của Diode bán dẫn:

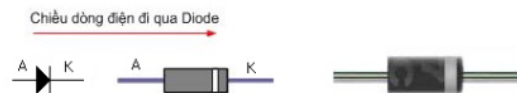
a. Cấu tạo của diode:

Hai khối bán dẫn P và N được ghép với nhau tại hai bề mặt của mỗi khối để tạo thành một tiếp giáp p - n, hai đầu kia gắn các điện cực để đưa ra ta có được cấu trúc của một Diode. Điện cực nối với bán dẫn P được gọi là cực Anot (A), điện cực nối với khối bán dẫn N được gọi là cực Katot (K).

Tiếp giáp p - n có đặc điểm: Tại bề mặt tiếp giáp, các điện tử dư thừa trong bán dẫn N khuếch tán sang vùng bán dẫn P để lấp vào các lỗ trống => tạo thành một lớp Ion trung hoà về điện => lớp Ion này tạo thành miền cách điện giữa hai chất bán dẫn.



Hình 2.8: Cấu tạo cơ bản của Diode bán dẫn



Hình 2.9: Ký hiệu và hình dáng của Diode bán dẫn.

b. Phân cực thuận cho Diode:

Khi ta cấp điện áp dương (+) vào Anốt (vùng bán dẫn P) và điện áp âm (-) vào Katốt (vùng bán dẫn N), khi đó dưới tác dụng tương tác của điện áp, miền cách điện thu hẹp lại, khi điện áp chênh lệch giữ hai cực đạt 0,6V (với Diode loại Si) hoặc 0,2V (với Diode loại Ge) thì điện tích miền cách điện giảm bằng không => Diode bắt đầu dẫn điện.

c. Phân cực ngược cho Diode:

Khi phân cực ngược cho Diode tức là cấp nguồn (+) vào Katốt (bán dẫn N), nguồn (-) vào Anốt (bán dẫn P), dưới sự tương tác của điện áp ngược, miền cách điện càng rộng ra và ngăn cản dòng điện đi qua mối tiếp giáp, Diode có thể chịu được điện áp ngược rất lớn khoảng 1000V thì diode mới bị đánh thủng.

2.3.1.2. Phân loại diode:

Người ta phân loại diode theo nhiều quan điểm khác nhau.

- Theo vật liệu bán dẫn sử dụng có diode Si, diode Ge.
- Theo đặc điểm cấu tạo có diode tiếp điểm, diode tiếp mặt.
- Theo công suất chịu đựng (P_{Acf}) có diode công suất lớn, diode công suất trung bình hoặc diode công suất nhỏ ($I_{Acf} < 300mA$).
- Theo nguyên lý làm việc hay phạm vi ứng dụng:

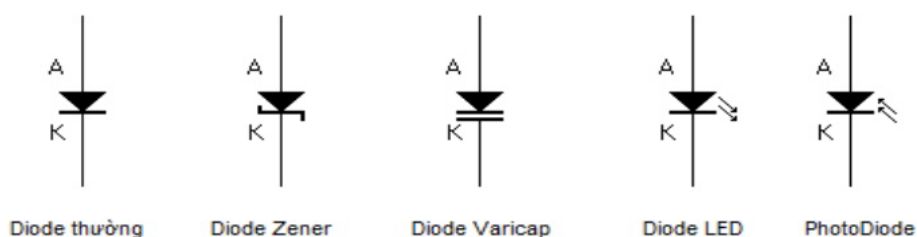
+ Diode chỉnh lưu: Là loại diode tiếp mặt được dùng để biến đổi dòng, áp xoay chiều (tần số thấp) thành dòng, áp một chiều.

+ Diode tách sóng: Là loại diode tiếp điểm cũng dùng để biến đổi dòng, áp xoay chiều nhưng ở tần số cao thành dòng, áp một chiều.

+ Diode ổn áp (Zener): Là loại diode có cấu tạo đặc biệt chịu đựng được dòng điện ngược có giá trị lớn trong phạm vi cho phép trong khoảng thời gian dài mà tiếp giáp p - n của nó không bị phá hủy.

+ Diode biến dung (Varicap): Cũng là loại diode có cấu tạo đặc biệt nhưng sử dụng tiếp giáp p - n như là một tụ điện. Varicap được sử dụng trong mạch ở chế độ điện áp phân cực ngược và có giá trị điện dung thay đổi theo giá trị điện áp phân cực ngược đặt vào.

+ Diode phát quang (LED): Sử dụng các vật liệu bán dẫn có tính chất của hiệu ứng điện quang, tức là khi có một năng lượng điện trường ngoài kích thích, các điện tử sẽ chuyển mức năng lượng từ mức cao xuống mức thấp giải phóng ra một năng lượng dưới dạng các photon ánh sáng trong vùng ánh sáng nhìn thấy.



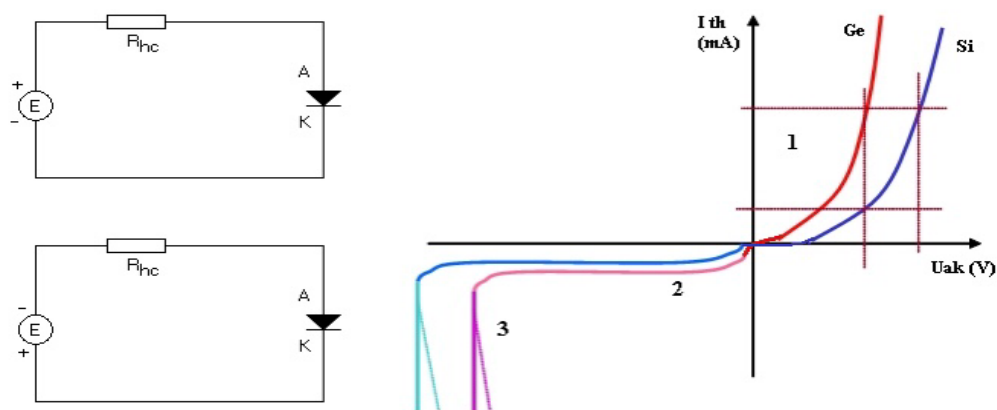
Hình 2.10: Ký hiệu một số Diode thông dụng.

+ Diode thu quang (Photodiode): Sử dụng các vật liệu bán dẫn có tính chất của hiệu ứng quang điện, tức là khi có một năng lượng chùm photon ánh sáng chiếu vào, các điện tử sẽ hấp thụ năng lượng để bứt ra khỏi mối liên kết mạng tinh thể để trở thành điện tử tự do và di chuyển theo chiều điện trường ngoài tạo thành dòng điện.

2.3.2. Đặc tuyến Volt-ampere và các thông số cơ bản của Diode:

2.3.2.1. Đặc tuyến Volt - Ampere:

Diode bán dẫn có cấu tạo là một chuyển tiếp p - n với hai điện cực nối ra phía miền p là anốt, phía miền n là katốt.



Hình 2.9: Mạch khảo sát và đặc tuyến Volt - Ampere của diode bán dẫn.

Nối tiếp điốt bán dẫn với 1 nguồn điện áp ngoài qua 1 điện trở hạn chế dòng, biến đổi cường độ và chiều của điện áp ngoài, người ta thu được đặc tuyến Von-Ampe của điốt có dạng như hình 2.9. Đây là 1 đường cong có dạng phức tạp, chia làm 3 vùng rõ rệt: Vùng (1) ứng với trường hợp phân cực thuận vùng (2) tương ứng với trường hợp phân cực ngược và vùng (3) được gọi là vùng đánh thủng tiếp xúc p - n.

Qua việc phân tích đặc tính Von - Ampe giữa lí thuyết và thực tế người ta rút được các kết luận chủ yếu sau:

- Tại vùng mở (phân cực thuận).
 - + Dòng điện thuận (I_{th}) tăng theo điện áp thuận U_{AK} . Khi U_{AK} còn nhỏ, dòng qua diode tăng chậm do hiện tượng phun hạt đa số qua tiếp giáp p - n còn nhỏ. Khi U_{AK} có giá trị lớn, dòng qua diode tăng nhanh
 - + Dòng điện ngược (I_{ng}) bão hòa phụ thuộc vào nhiệt độ và khi giữ cho dòng điện thuận qua diode không đổi, điện áp thuận sẽ giảm tỉ lệ theo nhiệt độ.
- Tại vùng khóa (phân cực ngược).
 - + Dòng điện qua tiếp giáp p - n là dòng điện ngược nên có giá trị nhỏ và phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng, dòng điện ngược cũng tăng theo và gần như tăng gấp đôi khi gia số nhiệt độ tăng 10°C
 - + Các kết luận vừa nêu chỉ rõ hoạt động của điốt bán dẫn phụ thuộc mạnh vào nhiệt độ và trong thực tế các mạch điện tử có sử dụng tới điốt bán dẫn hoặc tranzito sau này, người ta cần có nhiều biện pháp nghiêm ngặt để duy trì sự ổn định của chúng khi làm việc với môi trường gia tăng nhiệt độ.
- Tại vùng đánh thủng (khi $U_{AK} < 0$ và có trị số đủ lớn) dòng điện ngược tăng đột ngột trong khi điện áp giữa anốt và katốt không tăng. Tính chất van của điốt khi đó bị phá hoại. Tồn tại hai dạng đánh thủng chính:
 - + Đánh thủng vì nhiệt do tiếp xúc p - n bị nung nóng cục bộ, vì va chạm của hạt thiểu số được gia tốc trong trường mạnh. Điều này dẫn tới quá trình sinh hạt ồ ạt

(ion hóa nguyên tử chất bán dẫn thuần, có tính chất thác lũ) làm nhiệt độ nơi tiếp xúc tiếp tục tăng. Dòng điện ngược tăng đột biến và mặt ghép p - n bị phá hỏng.

+ Đánh thủng vì điện do hiệu ứng ion hóa do va chạm giữa hạt thiểu số được gia tốc trong trường mạnh cỡ 105V/cm với nguyên tử của chất bán dẫn; do hiện tượng nhảy mức trực tiếp của điện tử hóa trị bên bán dẫn P xuyên qua rào thế tiếp xúc sang vùng dẫn bên bán dẫn N.

2.3.2.2. Các thông số cơ bản của diode:

- Điện áp ngược cực đại - U_{ngmax} (V): Là giá trị điện áp ngược lớn nhất cho phép đặt trên 2 cực diode mà diode chưa bị đánh thủng.

- Dòng cho phép cực đại qua diode khi mở - I_{Acf} (A)

- Công suất tiêu hao cực đại cho phép trên diode để chưa bị hỏng vì nhiệt - P_{Acf}

- Tần số giới hạn của điện áp (dòng điện) đặt lên diode để nó vẫn còn tính chất van - f_{max} (Hz)

- Điện trở một chiều của diode (Ω): $R_d = U_{AK}/I_A$.

- Điện trở vi phân xoay chiều của diode (Ω): $r_d = dU_{AK}/dI_A$.

- Điện dung tiếp giáp p-n: Cấu trúc của diode gồm hai khối bán dẫn N và P tiếp xúc với nhau, cấu trúc đó tương đương với cấu trúc của một tụ điện và có điện dung của mặt ghép p - n. $C_{p-n} = C_{kt} + C_{vào}$

Trong đó:

+ $C_{vào}$ là thành phần điện dung chỉ phụ thuộc vào điện áp ngược đặt lên tiếp giáp có giá trị khoảng vài chục pF.

+ C_{kt} là thành phần chỉ phụ thuộc vào điện áp thuận có giá trị vài pF

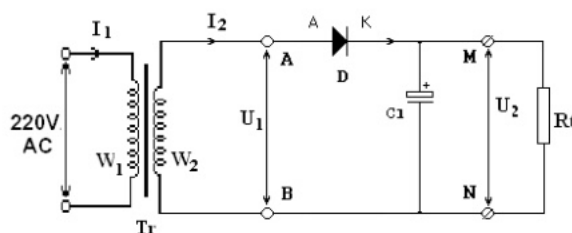
2.3.3. Các ứng dụng thực tế:

2.3.3.1. Diode nắn điện:

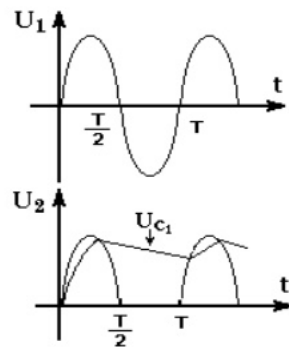
Là Diode tiếp mặt được sử dụng trong các mạch chỉnh lưu nguồn xoay chiều (AC 50Hz) thành một chiều. Diode này thường có kích thước tỷ lệ với dòng điện chỉnh lưu qua nó, là loại 1A, 2A và 5A ... Diode có thể được tích hợp thành Diode cầu.

a. Mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ:

Biến áp Tr chuyển đổi nguồn điện áp xoay chiều 220VAC đầu vào thành mức điện áp thấp theo mong muốn (6V, 9V, 12V, 24V v v ...) để đưa vào mạch chỉnh lưu cả chu kỳ hình cầu.

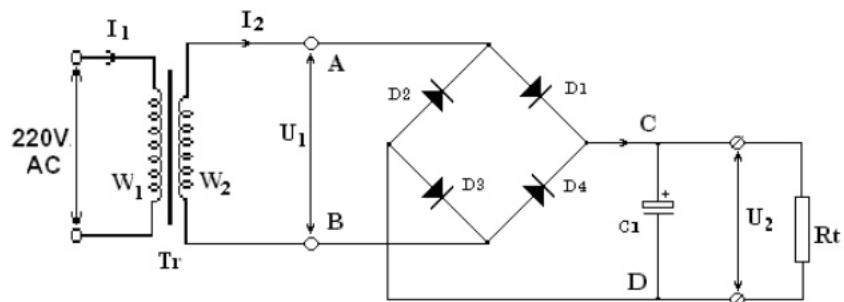


Hình 2.10: Sơ đồ mạch chỉnh lưu nửa chu kỳ dùng 1 diode.

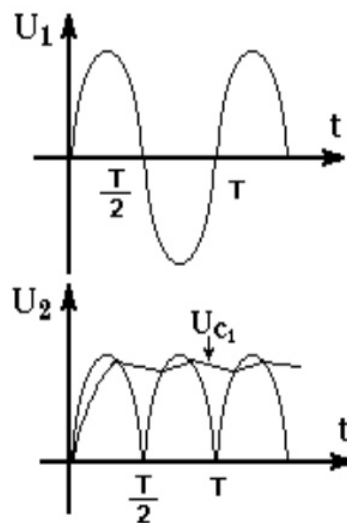


Hình 2.11: Dạng điện áp vào - ra của mạch nắn nửa chu kỳ.

b. Mạch chỉnh lưu cả chu kỳ hình cầu:



Hình 2.12: Sơ đồ mạch chỉnh lưu cả chu kỳ hình cầu

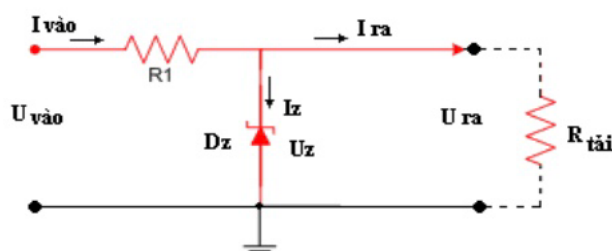


Hình 2.13: Dạng điện áp vào - ra của mạch nắn cả chu kỳ.

2.3.3.2. Diode Zener:

Diode zener được ứng dụng trong chế độ phân cực ngược, khi phân cực thuận Diode zener như diode thường nhưng khi phân cực ngược Diode zener sẽ gim lại một mức điện áp cố định bằng giá trị ghi trên diode.

Hình 2.14: Sơ đồ nguyên lý mạch ổn áp dùng đi ốt Zener



- Diode zener Dz làm việc ở chế độ cho dòng điện ngược đi qua.
- Điện trở R1 đóng vai trò là phần tử điều chỉnh.
- Giá trị điện áp ổn định là giá trị được ghi trên nhãn của Diode Zener

Một số giá trị ổn định điện áp của Diode Zener							
2.4V	2.7V	3.0V	3.3V	3.6V	3.9V	4.3V	4.7V
5.1V	5.6V	6.2V	6.8V	7.5V	8.2V	9.1V	10V
11V	12V	13V	15V	16V	18V	20V	22V
24V	27V	30V	33V	36V	39V	43V	47V

- Nếu không có Diode ổn áp Zener thì khi điện áp đầu vào biến thiên sẽ dẫn đến, điện áp đầu ra sẽ cũng biến thiên theo.

- Khi có Diode ổn áp Zener được vào mạch thì:

+ Giả sử khi điện áp đầu vào tăng, dòng ngược qua Dz tăng, dòng qua điện trở R1 tăng dẫn đến sụt áp trên R1 tăng, khi đó $U_{ra} = U_{vào} - U_{R1}$ sẽ không thể tăng được hay nói một cách khác, điện áp tăng tại đầu vào đã được đặt toàn bộ trên R1 khiến U_{ra} giữ được ở một giá trị không đổi.

+ Giả sử khi điện áp đầu vào giảm, dòng ngược qua Dz giảm, dòng qua điện trở R1 giảm dẫn đến sụt áp trên R1 giảm, khi đó $U_{ra} = U_{vào} - U_{R1}$ sẽ không thể giảm được hay nói một cách khác, điện áp giảm tại đầu vào đã được đặt toàn bộ trên R1 khiến U_{ra} giữ được ở một giá trị không đổi.

- Khi thiết kế một mạch ổn áp như trên ta cần tính toán điện trở hạn dòng R1 sao cho dòng điện ngược cực đại qua Dz phải nhỏ hơn dòng mà Dz chịu được, dòng cực đại qua Dz là khi dòng qua $R_{tải} = 0$

$$R1 = \frac{U_{vào} - U_{ra}}{I_z} = \frac{U_{vào} - U_z}{I_z}$$

- I_z là giá trị dòng ngược cho phép lớn nhất qua Diode Zener. Giá trị này được tra trong sổ tay linh kiện.

- Ví dụ: Lắp mạch ổn áp 12V từ nguồn cấp 15V sử dụng Dz 12VDC-3W

+ Dòng điện ngược cực đại qua Dz:

$$I_z = \frac{P_z}{U_z} = \frac{3 \text{ (w)}}{12 \text{ (V)}} = 0.25 \text{ (A)}$$

$$U_z = 12 \text{ (V)}$$

+ Giá trị điện trở R1:

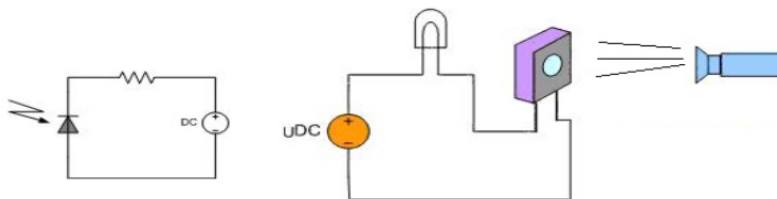
$$R1 = \frac{U_{\text{vào}} - U_z}{I_z} = \frac{15\text{V} - 12\text{V}}{0.25 \text{ A}} = 12 \Omega$$

$$I_z = 0.25 \text{ A}$$

Mạch ổn áp dùng Diode Zener như trên có ưu điểm là đơn giản nhưng nhược điểm là cho dòng điện nhỏ.

2.3.3.3. Diode thu quang. (Photodiode):

Diode thu quang hoạt động ở chế độ phân cực nghịch, vỏ diode có một miếng thuỷ tinh để ánh sáng chiếu vào tiếp giáp p - n, dòng điện ngược qua diode tỷ lệ thuận với cường độ ánh sáng chiếu vào diode



Hình 2.15: Ký hiệu và minh họa hoạt động của photodiode

2.3.3.4. Diode Phát quang (LED - Light Emitting Diode):

- Diode phát quang là Diode phát ra ánh sáng khi được phân cực thuận, điện áp làm việc của LED khoảng 1,7 => 2,2V dòng qua Led khoảng từ 5mA đến 20mA

- Led được sử dụng để làm đèn báo nguồn, đèn nháy trang trí, báo trạng thái có điện . vv...



Hình 2.16: Hình dạng thực tế của diode phát quang (LED)

2.4. TRANSISTOR CÔNG NGHỆ LƯỠNG CỰC (BJT - Bipolar Junction Transistor):

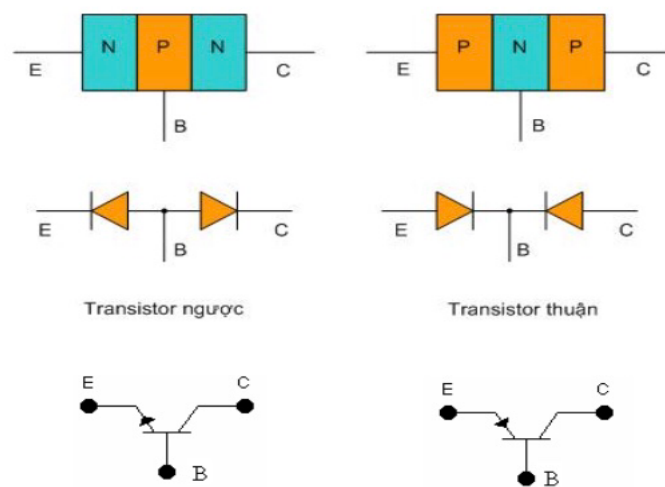
2.4.1. Cấu trúc, nguyên lý làm việc và ký hiệu:

2.4.1.1. Cấu trúc của transistor:

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 cấu tạo điển hình là P – N – P và N – P – N như trên hình vẽ. Để cấu tạo ra các cấu trúc này người ta áp dụng những phương pháp công nghệ khác nhau như phương pháp hợp kim, phương pháp khuếch tán, phương pháp epitaxi...

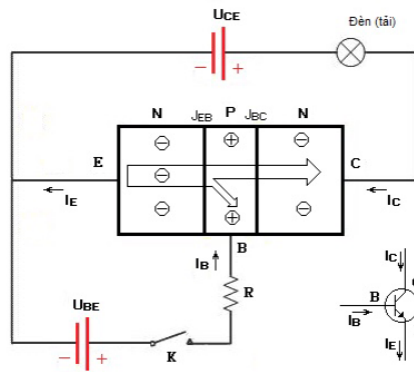
- Transistor gồm ba lớp bán dẫn ghép với nhau hình thành hai mối tiếp giáp p - n, nếu ghép theo thứ tự P – N – P ta được Transistor thuận, nếu ghép theo thứ tự N – P – N ta được Transistor ngược. Về phương diện cấu tạo Transistor tương đương với hai Diode đấu ngược chiều nhau.

- Ba lớp bán dẫn được nối ra thành ba cực, lớp giữa gọi là cực gốc ký hiệu là B (Base), lớp bán dẫn B rất mỏng và có nồng độ tạp chất thấp. Hai lớp bán dẫn bên ngoài được nối ra thành cực phát (Emitter) viết tắt là E, và cực thu hay cực góp (Collector) viết tắt là C, vùng bán dẫn E và C có cùng loại bán dẫn (loại N hay P) nhưng có kích thước và nồng độ tạp chất khác nhau nên không hoán vị cho nhau được.



Hình 2.17: Cấu tạo và ký hiệu của transistor lưỡng cực - BJT.

2.4.1.2. Nguyên lý hoạt động của Transistor N – P – N:



Hình 2.18: Mạch khảo sát về nguyên tắc hoạt động của transistor N-P-N

- Cấp một nguồn một chiều U_{CE} vào hai cực C và E trong đó (+) nguồn vào cực C và (-) nguồn vào cực E.
- Cấp nguồn một chiều U_{BE} đi qua công tắc K và điện trở hạn dòng R vào hai cực B và E, trong đó cực (+) vào chân B, cực (-) vào chân E.
- Khi công tắc K mở, ta thấy rằng mặc dù hai cực C và E đã được cấp điện nhưng vẫn không sáng, điều này chứng tỏ không có dòng điện trong mạch ngoài (dòng các điện tử). Ta nói dòng $I_C = 0$.
- Khi công tắc K đóng, tiếp giáp J_{EB} được phân cực thuận do đó sẽ có một dòng các điện tử chạy từ khối bán dẫn N của cực E vượt qua tiếp giáp J_{EB} tới miền cực B. Theo qui ước chiều dòng điện ngược với chiều chuyển động của các điện tử, điều này tương đương với việc có một dòng điện chạy từ cực (+) nguồn U_{BE} qua công tắc K $\Rightarrow$ qua R hạn dòng $\Rightarrow$ qua tiếp giáp J_{BE} về cực (-) của nguồn U_{BE} tạo thành dòng I_B .
- Ngay khi dòng I_B xuất hiện $\Rightarrow$ lập tức cũng có dòng I_C chạy qua tiếp giáp CE làm tải là bóng đèn phát sáng và dòng I_C lớn gấp nhiều lần dòng I_B .
- Như vậy rõ ràng dòng I_C hoàn toàn phụ thuộc vào dòng I_B và được xác định qua công thức:

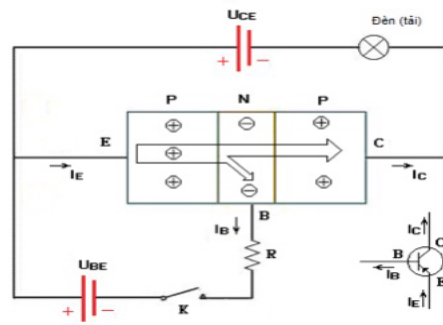
$$I_C = \beta \cdot I_B$$

- Trong đó:
 - I_C là dòng chạy qua tiếp giáp CE
 - I_B là dòng chạy qua tiếp giáp BE
 - β là hệ số tăng ích cho dòng I_C của transistor được gọi là hệ số khuếch đại dòng điện của transistor.
- Hệ thức cơ bản về các dòng trong transistor:

$$I_E = I_B + I_C$$

2.4.1.3. Nguyên lý hoạt động của Transistor P - N - P:

Sự hoạt động của Transistor P - N - P hoàn toàn tương tự Transistor N - P - N nhưng cực tính của các nguồn điện U_{CE} và U_{BE} ngược lại. Dòng I_C đi từ E sang C còn dòng I_B đi từ E sang B.



Hình 2.19: Mạch khảo sát về nguyên tắc hoạt động của transistor P – N - P.

2.4.2. Phân loại, cấu tạo thực tế và các thông số cơ bản:

2.4.2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của Transistor:

- Dòng điện cực đại : Là dòng điện giới hạn của transistor, vượt qua dòng giới hạn này Transistor sẽ bị hỏng.
- Điện áp cực đại : Là điện áp giới hạn của transistor đặt vào cực CE , vượt qua điện áp giới hạn này Transistor sẽ bị đánh thủng.
- Tần số cắt : Là tần số giới hạn mà Transistor làm việc bình thường, vượt quá tần số này thì độ khuếch đại của Transistor bị giảm .
- Hệ số khuếch đại : Là tỷ lệ biến đổi của dòng I_{CE} lớn gấp bao nhiêu lần dòng I_{BE}
- Công suất cực đại : Khi hoạt động Transistor tiêu tán một công suất

$$P = U_{CE}.I_{CE}$$

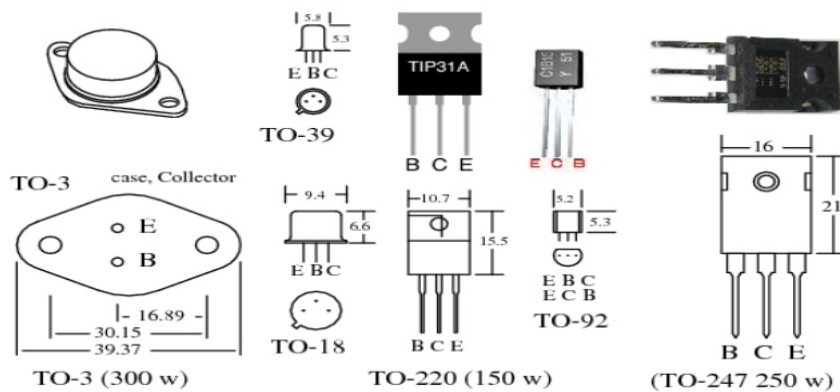
Nếu công suất này vượt quá công suất cực đại của Transistor thì Transistor sẽ bị hỏng.

2.4.2.2. Phân loại, cấu tạo thực tế:

a. Phân loại: Người ta phân loại transistor theo nhiều quan điểm khác nhau.

- Theo cấu trúc của các khối bán dẫn tạo thành mặt ghép: có hai loại transistor là
 - + Transistor có cấu trúc n – p - n còn được gọi là transistor ngược.
 - + Transistor có cấu trúc p – n - p còn được gọi là transistor thuận.
- Theo công suất tiêu tán lớn nhất cho phép của transistor, thông số này liên quan đến dòng điện, điện áp giới hạn của transistor.
 - + Transistor công suất nhỏ.
 - + Transistor công suất trung bình.
 - + Transistor công suất lớn.
- Theo tần số giới hạn mà transistor có thể làm việc được bình thường mà không ảnh hưởng đến các thông số khác.
 - + Transistor làm việc ở tần số thấp còn gọi là transistor âm tần.
 - + Transistor làm việc ở tần số cao còn gọi là transistor cao tần

b. Cấu tạo thực tế của transistor:



Hình 2.20: Một số hình dạng và qui cách đóng vỏ của transistor.

* Sau khi tạo được các mặt ghép bán dẫn của ba khối bán dẫn P và N, người ta đưa ra ba điện cực còn gọi là chân của transistor và đóng vỏ cho transistor.

- Vỏ của transistor thực tế chủ yếu gồm hai loại vật liệu là Plastic và kim loại.
- Dạng hình học của transistor có hình bán trụ, hình hộp dẹt, loại này thường đóng vỏ bằng Plastic. Dạng hình trụ tròn dẹt thường có vỏ bằng kim loại.
- Transistor thực tế có kích thước phong phú và đa dạng.
- Trên bề mặt của transistor có ghi các mã số ký hiệu đặc trưng cho đặc tính kỹ thuật của transistor để người dùng có thể tra cứu trong các sổ tay kỹ thuật.

* Mã số, hình dáng Transistor: Hiện nay trên thị trường có nhiều loại Transistor của nhiều nước sản xuất nhưng thông dụng nhất là các transistor của Nhật bản, Mỹ và Trung quốc.

- Transistor Nhật bản : thường ký hiệu là A..., B..., C..., D...

b. Qui định chân cho Transistor.

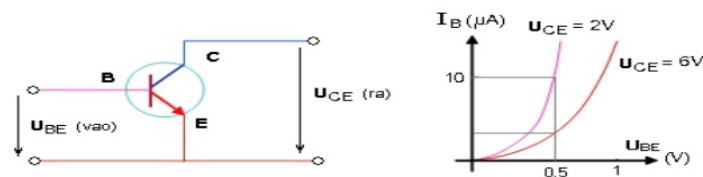
2.5. CÁC CÁCH MẮC VÀ CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA TRANSISTOR BJT:

2.5.1. Các cách mắc mạch cơ bản:

2.5.1.1. Mạch emitter chung (EC - Emitter Common):

a. Đặc điểm:

Trong cách mắc EC, điện áp vào được mắc giữa cực bazơ và cực emitter, còn điện áp ra lấy từ cực collector và cực emitter.



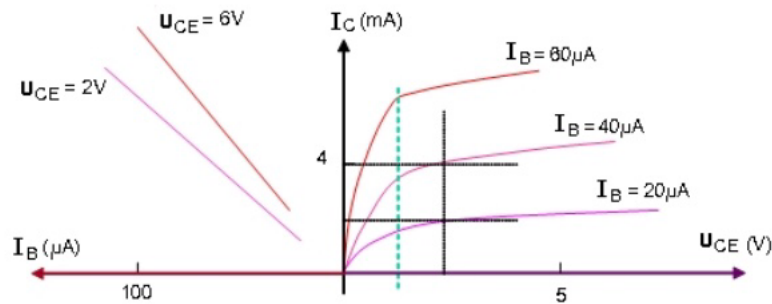
Hình 2.21: Sơ đồ mắc theo kiểu EC và họ đặc tuyến vào.

b. Đặc tuyến vào:

Đặc tuyến vào biểu thị mối quan hệ giữa điện áp vào U_{BE} với dòng điện vào I_B khi giữ nguyên điện áp U_{CE} .

c. Đặc tuyến ra:

Đặc tuyến ra biểu thị mối quan hệ giữa điện áp ra U_{CE} với dòng điện ra I_C khi giữ nguyên dòng điện vào I_B .



Hình 2.22: Đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt của tranzito mắc EC

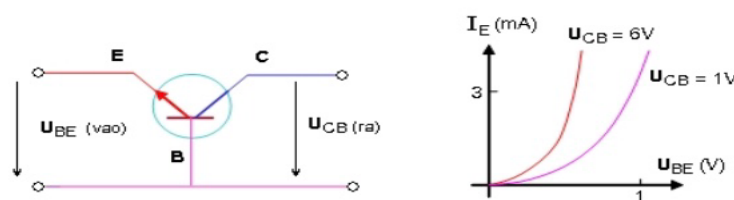
d. Đặc tuyến truyền đạt:

Đặc tuyến truyền đạt biểu thị mối quan hệ giữa dòng ra I_C và dòng vào I_B khi U_{CE} cố định.

2.5.1.2. Mạch chung bazơ (BC - Base Common):

a. Đặc điểm:

Tranzito nối mạch theo kiểu chung bazơ là cực bazơ dùng chung cho cả đầu vào và đầu ra. Tín hiệu vào được đặt giữa hai cực emitter và bazơ, còn tín hiệu ra lấy từ cực collector và bazơ.



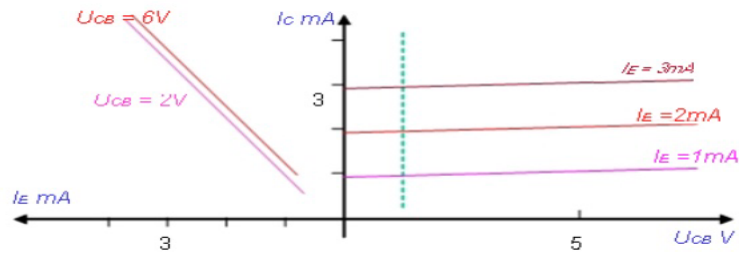
Hình 2.23: Sơ đồ mắc theo kiểu BC và họ đặc tuyến vào.

b. Đặc tuyến vào:

Biểu thị mối quan hệ giữa điện áp vào U_{EB} với dòng điện vào I_E khi điện áp ra U_{CB} không đổi.

c. Đặc tuyến ra:

Biểu thị mối quan hệ giữa I_C với U_{CB} khi giữ dòng vào I_E ở một giá trị cố định.



Hình 2.24: Đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt của sơ đồ mắc BC.

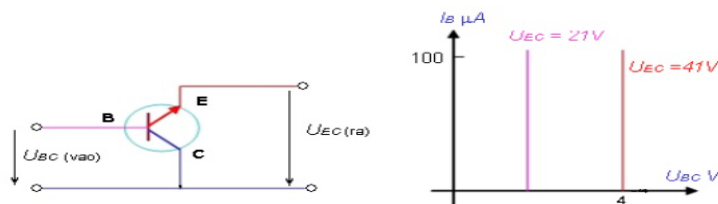
d. Đặc tuyến truyền đạt:

Biểu thị quan hệ giữa dòng ra I_C và dòng vào I_E khi điện áp ra giữ cố định.

2.5.1.3. Mạch chung collector (CC - Collector Common):

a. Đặc điểm:

Mạch chung collector của transistor là mạch có cực collector dùng chung cho cả tín hiệu vào và tín hiệu ra.



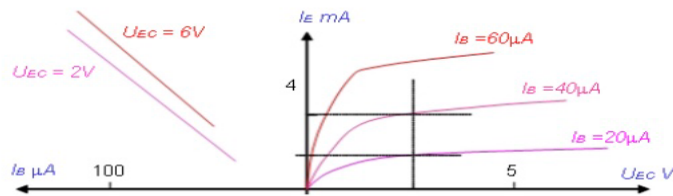
Hình 2.25: Sơ đồ mắc theo kiểu CC và họ đặc tuyến vào.

b. Đặc tuyến vào:

Biểu thị mối quan hệ giữa dòng điện vào I_B với điện áp vào U_{CB} khi điện áp ra U_{CE} không đổi.

b. Đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt:

Đặc tuyến ra của tranzito mắc CC mô tả quan hệ giữa dòng I_E và điện áp U_{CE} khi dòng vào I_B không đổi. Đặc tuyến truyền đạt trong trường hợp này mô tả quan hệ giữa dòng ra I_E và dòng vào I_B khi điện áp U_{CE} không đổi. Trong thực tế có thể coi $I_C \approx I_E$ cho nên đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt trường hợp mắc chung collector tương tự như trường hợp mắc chung emitter.



Hình 2. 26: Đặc tuyến ra và đặc tuyến truyền đạt của mạch mắc CC.

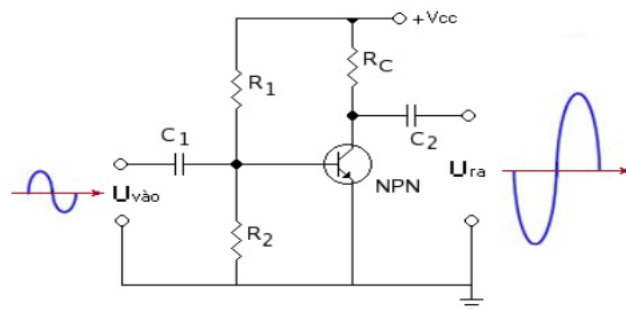
2.5.2. Các chế độ làm việc:

2.5.2.1. Khái quát chung:

Các chế độ hoạt động của mạch khuếch đại là phụ thuộc vào chế độ phân cực cho Transistor, tùy theo mục đích sử dụng mà mạch khuếch đại được phân cực để KD ở chế độ A, chế độ B, chế độ AB hoặc chế độ C

2.5.2.2. Mạch khuếch đại ở chế độ A:

- Là các mạch khuếch đại cần lấy ra tín hiệu hoàn toàn giống với tín hiệu ngõ vào.



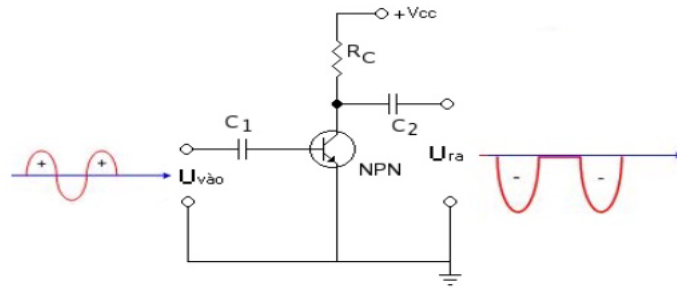
Hình 2.27: Mạch khuếch đại chế độ A với dạng tín hiệu vào/ra.

* Để Transistor hoạt động ở chế độ A, ta phải tính toán các thông số của mạch sao cho điện áp $U_{CE} \approx 60\% \div 70\% V_{CC}$.

* Mạch khuếch đại ở chế độ A được sử dụng trong các mạch trung gian như khuếch đại cao tần, khuếch đại trung tần, tiền khuếch đại v.v..

2.5.2.3. Mạch khuếch đại ở chế độ B, AB:

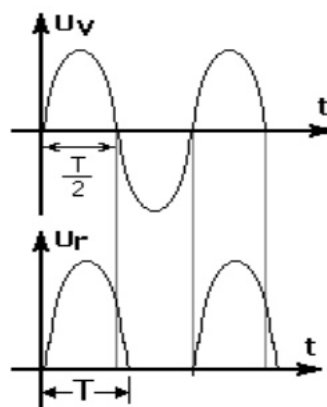
- Mạch khuếch đại chế độ B là mạch chỉ khuếch đại một nửa chu kỳ của tín hiệu, nếu khuếch đại bán kỳ dương ta dùng transistor N – P -N, nếu khuếch đại bán kỳ âm ta dùng transistor P – N - P, mạch khuếch đại ở chế độ B không có điện áp phân cực thuận cho tiếp giáp J_{BE} từ nguồn một chiều cố định mà điện áp phân cực thuận cho tiếp giáp J_{BE} lấy từ điện áp của tín hiệu đầu vào.



Hình 2.28: Mạch khuếch đại chế độ B với dạng tín hiệu vào/ra.

- Mạch khuếch đại chế độ B thường được sử dụng trong các mạch khuếch đại công suất đẩy kéo như công suất âm tần, công suất màn hình của Ti vi, trong các mạch công suất đẩy kéo, người ta dùng hai đèn N – P – N và P – N – P mắc nối tiếp, mỗi đèn sẽ khuếch đại một bán chu kỳ của tín hiệu, hai đèn trong mạch khuếch đại đẩy kéo phải có các thông số kỹ thuật như nhau.

- Mạch khuếch đại ở chế độ AB: Mạch khuếch đại ở chế độ AB là mạch khuếch đại mà tín hiệu ở đầu ra tồn tại trong khoảng thời gian lớn hơn quá nửa chu kỳ tín hiệu vào. Mạch này khắc phục hiện tượng méo giao điểm của mạch khuếch đại chế độ B, mạch này cũng được sử dụng trong các mạch công suất đẩy kéo.

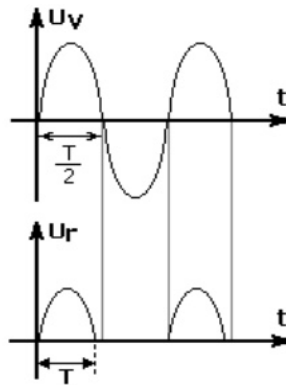


Hình 2.9: Dạng sóng ra chế độ AB lớn hơn nửa chu kỳ tín hiệu vào.

2.5.2.4. Mạch khuếch đại ở chế độ C:

- Mạch khuếch đại ở chế độ C là mạch khuếch đại mà tín hiệu ở đầu ra tồn tại trong khoảng thời gian nhỏ hơn nửa chu kỳ tín hiệu vào. Mạch này thường sử dụng trong các mạch tách tín hiệu: Thí dụ mạch tách xung đồng bộ trong ti vi màu.

- Mạch này có điện áp U_{BE} được phân cực ngược.



Hình 2.30: Dạng sóng ra chế độ C nhỏ hơn nửa chu kỳ tín hiệu vào.

2.6. PHÂN CỰC CHO TRANSISTOR BJT:

2.6.1. Phương pháp chung:

Muốn tranzito làm việc như một phần tử tích cực thì các phần tử của transistor phải thỏa mãn điều kiện thích hợp. Những tham số này của transistor như ở mục trước đã biết, phụ thuộc rất nhiều vào điện áp phân cực các chuyển tiếp collector và emitter. Nói một cách khác các giá trị tham số phụ thuộc vào điểm công tác của transistor. Một cách tổng quát, dù transistor được mắc mạch theo kiểu nào, muốn nó làm việc ở chế độ khuếch đại cần có các điều kiện sau:

- Chuyển tiếp emitter - bazơ luôn phân cực thuận.
- Chuyển tiếp bazơ - collector luôn phân cực ngược.

Có thể minh họa điều này qua ví dụ xét transistor loại p - n - p. Nếu gọi U_E , U_B , U_C lần lượt là điện thế của emitter, bazơ, collector, căn cứ vào các điều kiện phân cực kể trên thì giữa các điện thế này phải thỏa mãn điều kiện:

$$U_E > U_B > U_C$$

Hãy xét điều kiện phân cực cho từng loại mạch.

- Từ mạch chung bazơ với chiều mũi tên là hướng dương của điện áp và dòng điện, có thể xác định được cực tính của điện áp và dòng điện các cực khi tranzito mắc CB như sau:

$$U_{EB} = U_E - U_B > 0 \quad I_E > 0$$

$$U_{CB} = U_C - U_B > 0 \quad I_C < 0$$

Căn cứ vào đẳng thức điều kiện, điện áp U_{CB} âm, dòng I_C cũng âm có nghĩa là hướng thực tế của điện áp và dòng điện này ngược với hướng mũi tên trên hình.

- Từ mạch chung emitter hình, lý luận tương tự như trên, có thể xác định được cực tính của điện áp và dòng điện các cực như sau:

$$U_{BE} = U_B - U_E < 0 \quad I_B < 0$$

$$U_{CE} = U_C - U_E < 0 \quad I_C < 0$$

- Với mạch chung collector, căn cứ vào chiều qui định trên sơ đồ và đẳng thức điều kiện có thể viết:

$$\begin{aligned} U_B - U_C &> 0 & I_B < 0 \\ U_{CE} = U_C - U_E &< 0 & I_E < 0 \end{aligned}$$

Đối với tranzito n - p - n điều kiện phân cực để nó làm việc ở chế độ khuếch đại là:

$$U_E < U_B < U_C$$

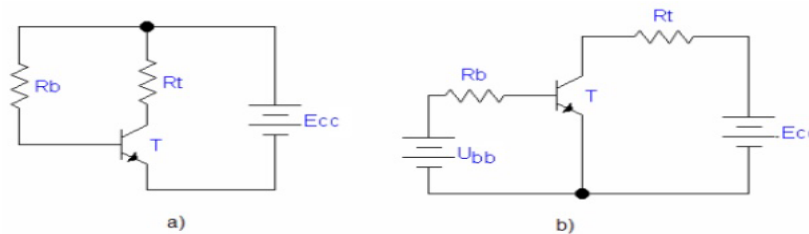
2.6.2. Phương pháp định dòng bazơ:

Nếu transistor được mắc như hình vẽ, dòng I_B từ nguồn một chiều cung cấp cho transistor sẽ không đổi, bởi vậy người ta gọi điều kiện phân cực này là phân cực bằng dòng không đổi. Có thể có hai cách tạo ra dòng cố định.

- Trường hợp thứ nhất như hình 2.31a dùng một nguồn một chiều E_{cc} . Dòng I_B được cố định bằng E_{cc} và R_B . Từ hình vẽ, ta tính được:

$$I_B = (E_{cc} - U_{BE})/R_B$$

Với $U_{BE} \ll E_{cc}$ nên biểu thức có thể viết lại $I_B \approx E_{cc}/R_B$



Hình 2.31: Mạch phân cực dòng I_B cố định

(a) Mạch một nguồn; (b) Mạch hai nguồn.

- Trường hợp thứ hai như hình 2.31b. Người ta dùng hai nguồn một chiều. Hai mạch này hoàn toàn tương đương nhau. Nếu $E_{cc} = U_{bb}$ có thể suy ra từ những biểu thức cho việc tính toán thiết kế mạch phân cực dòng cố định áp dụng định luật Kiếckhốp (Kirchhoff cho vòng mạch bazơ và chú ý rằng ở đây $U_{bb} = E_{cc}$ có thể viết

$$E_{cc} = I_B R_B + U_{BE}$$

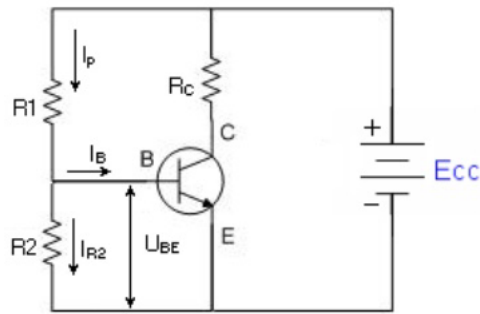
- Khi làm việc, chuyển tiếp emitter luôn phân cực thuận cho nên U_{BE} thường rất nhỏ (từ 0,2V đến 0,7V) và trong biểu thức có thể bỏ qua, như vậy có thể viết:

$$E_{cc} = I_B R_B \rightarrow I_B \approx E_{cc} / R_B$$

- Sơ đồ phân cực tranzito bằng dòng cố định có hệ số ổn định nhiệt S phụ thuộc vào hệ số khuếch đại dòng tĩnh, nghĩa là khi dùng loại mạch này muốn thay đổi độ ổn định nhiệt chỉ có một cách là thay đổi tranzito thường lớn cho nên hệ số S của loại mạch này lớn và do đó ổn định nhiệt kém. Trong thực tế cách phân cực cho tranzito như hình chỉ dùng khi yêu cầu ổn định nhiệt không cao.

2.6.3. Phương pháp định áp bazơ:

- Để có thể khuếch đại được nhiều nguồn tín hiệu mạnh yếu khác nhau, mạch định thiên sử dụng R_1 và R_2 là cầu phân áp mắc vào nguồn E_{cc} , trong đó phần sụt áp trên điện trở R_2 được đưa vào phân cực cho cực B của transistor.



Hình 2.32: Mạch định thiên bằng định áp Bazơ

- Điện áp định thiên cho tiếp giáp BE của transistor: $U_{BE} = I_{R2} \cdot R_2$
mà $I_{R2} = I_P - I_B$; do dòng $I_B \ll I_P$ nên có thể bỏ qua I_B và tính gần đúng

$$U_{BE} \approx I_P \cdot R_2$$

- Mặt khác dòng I_P được xác định: $I_P = Ecc / (R_1 + R_2)$

Nên giá trị U_{BE} được xác định: $U_{BE} = Ecc \cdot R_2 / (R_1 + R_2)$

- Trong biểu thức, các giá trị Ecc ; R_1 ; R_2 là những trị số cố định nên U_{BE} có giá trị cố định.

- Trong thực tế, để định thiên cho một transistor đã biết với các thông số của nó và nguồn cung cấp Ecc cho trước, ta phải xác định giá trị của R_1 và R_2 để đảm bảo cho dòng I_P tạo nên sụt áp U_{BE} .

- + Thông thường, giá trị I_P được chọn lớn hơn I_{Bk} khoảng 20 lần --> $I_P = 20I_B$

- + Ta có: $I_P = 20 \cdot I_C / \beta$ (β là hệ số khuếch đại dòng điện, tra trong sổ tay đèn)

- + Do vậy ta có: $(R_1 + R_2) = Ecc \cdot \beta / 20I_C$

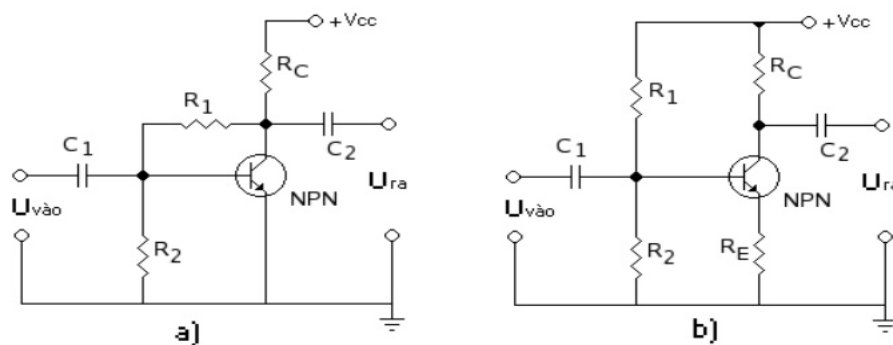
- + Mặt khác ta có: $R_2 / (R_1 + R_2) = U_{BE} / Ecc$.

- + Suy ra: $R_2 = \beta \cdot U_{BE} / 20I_C$

$$R_1 = \beta \cdot (Ecc - U_{BE}) / 20I_C$$

* Mạch định thiên có hồi tiếp:

Là mạch có sử dụng cách lấy hồi tiếp âm từ đầu ra quay trở về đầu vào có tác dụng tăng độ ổn định nhiệt cho transistor khi làm việc.



Hình 2.33: Mạch định thiên kiểu có hồi tiếp
a) Hồi tiếp âm điện áp; b) Hồi tiếp âm dòng điện.

- Với mạch sử dụng hồi tiếp âm điện áp, điện trở R_1 không được mắc về $+V_{CC}$ mà được mắc về cực C của transistor nhằm lấy điện áp đầu ra của đèn quay trở về để cung cấp nguồn cho cầu phân áp.

- Với mạch sử dụng hồi tiếp âm dòng điện, người ta mắc thêm điện trở R_E tại chân E của transistor.

- Cả hai mạch đều có tác dụng ổn định nhiệt cho transistor. Khi làm việc, nhiệt độ trên transistor sẽ biến thiên khiến dòng ra I_C không ổn định. Thông qua sự tham chiếu của dòng ra I_C này, lượng điện áp sụt trên R_C (mạch a) hoặc sụt trên R_E (mạch b) sẽ quay về bù trừ cho điện áp phân cực U_{BE} của transistor có tác dụng điều chỉnh độ mở của transistor ngược với sự tăng giảm của dòng ra I_C và luôn giữ cho I_C ở một giá trị ổn định.

2.7. TRANSISTOR BJT LÀM VIỆC Ở CHẾ ĐỘ KHÓA:

2.7.1. Khái quát chung:

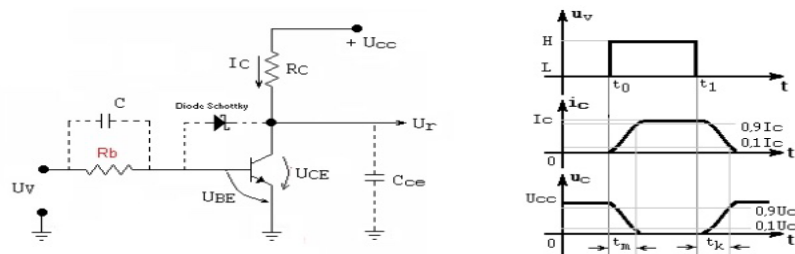
- Khóa Transistor là những phần tử cơ bản của kỹ thuật xung - số. Transistor dùng làm khóa có thể là Transistor lưỡng cực (BJT) hoặc Transistor trường MOS. Khi sử dụng, Transistor như một khóa đóng /cắt, tùy theo tín hiệu điều khiển ở đầu vào, Transistor có thể làm việc ở một trong hai chế độ:

- Chế độ dẫn bão hòa, dòng qua Transistor đạt tới giá trị lớn nhất cho phép, ta nói Transistor mở (dẫn).

- Chế độ khóa, dòng qua Transistor coi như bằng 0, ta nói Transistor khóa.

2.7.2. Nguyên lý làm việc:

- Mạch điện:



Hình 2.34: Mạch transistor ở chế độ khóa và đồ thị quan hệ dòng áp vào/ra

- U_v là điện áp điều khiển đầu vào.

- Sơ đồ sử dụng transistor loại Si có dòng cực góp ở chế độ khóa rất nhỏ

$$i_c = I_{co} \approx 0$$

Trong đó I_{co} là dòng ngược của miền tiếp giáp gốc - phát.

- Điện áp khóa của transistor: $U_{BE} = U_{khóa} \approx (0.6 - 0.7) V$ là đủ lớn.

- Tại thời điểm t_0 , khi U_v ở mức cao (H) sao cho điện áp U_{BE} lớn hơn điện áp khóa $U_{khóa} = U_K$ thì transistor chuyển từ chế độ khóa với $I_C \approx 0$ sang chế độ dẫn bão hòa.

- Ở chế độ bão hòa, hai miền tiếp giáp của transistor đều được thiên áp thuận và điện áp trên các cực sẽ là:

$$U_{BE} \approx 0.7V ; U_{BC} \approx 0.5V ; U_{CE} \approx 0.1V$$

- Dòng cực góp khi đó đạt giá trị giới hạn:

$$i_C = I_C = (U_{CC} - U_{CE}) / R_C \approx U_{CC} / R_C$$

- Dòng cực gốc i_B cũng đạt tới giá trị tương ứng với điểm giới hạn bão hòa:

$$i_B = I_B = I_C / \beta = U_{CC} / \beta R_C$$

Trong đó β là hệ số khuếch đại dòng tĩnh của transistor. Để bảo đảm transistor làm việc ở chế độ bão hòa sâu, khi tính toán ta chọn dòng cực gốc i_B ở chế độ bão hòa lớn hơn giá trị I_B tính theo biểu thức trên.

- Điện áp ra chính là điện áp trên cực góp U_C . Khi bão hòa thì:

$$U_C = U_{CE} = 0.1 \text{ V} \approx 0$$

- Từ biểu đồ thời gian, cần thiết phải có một thời gian quá độ t_m để transistor chuyển từ trạng thái bão hòa sang trạng thái mở (dẫn bão hòa). Tại thời điểm t_1 , khi U_V ở mức thấp (L) sao cho $U_{BE} < U_K \approx 0.6 \text{ V}$, transistor sẽ chuyển sang trạng thái khóa với:

$$i_C = I_{C0} \approx 0 \text{ và } u_C = U_{CC} - i_C R_C \approx +U_{CC}$$

- Để chuyển từ trạng thái khóa sang trạng thái mở cũng cần thời gian quá độ t_k . Thời gian này là cần thiết để triệt tiêu các hạt mang điện trong miền tiếp giáp p-n của transistor và để tụ ký sinh C_{ce} được nạp đầy. Thời gian khóa t_k lớn hơn thời gian mở t_m và chúng thường trong khoảng từ vài chục ns đến dưới 100ns ($1\text{ns}=10^{-9}\text{s}$).

2.7.3. Tăng tốc độ chuyển trạng thái của khóa Transistor BJT:

Để tăng tốc độ chuyển trạng thái cho khóa transistor, người ta thường sử dụng hai phương pháp:

- Nối song song với điện trở cực gốc R_B một điện dung C . Nó sẽ làm ngắn mạch cho dòng i_B ngay tại thời điểm đầu khi U_V xuất hiện nhảy từ mức thấp lên mức cao, làm cho dòng i_B tăng đột biến để kích mở nhanh cho transistor, và sau đó sẽ giảm về giá trị làm việc ổn định. Tức là nó làm giảm được thời gian t_m . Mặt khác khi U_V chuyển từ mức H xuống mức L, tụ C này sẽ lập tức phóng điện qua nguồn tín hiệu điều khiển và qua tiếp giáp phát-gốc của transistor, có tác dụng triệt tiêu nhanh dòng cực gốc và dòng cực góp, làm giảm thời gian quá độ t_k khi transistor chuyển từ dẫn bão hòa sang khóa.

- Đặt một diode schottky phân cực ngược nối giữa cực C với cực B của transistor để dẫn thoát dòng gốc-góp cho transistor khi transistor chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái khóa, giúp làm giảm được thời gian t_k .

2.8. TRANSISTOR CÔNG NGHỆ ĐƠN CỰC (FET):

2.8.1. Khái quát chung:

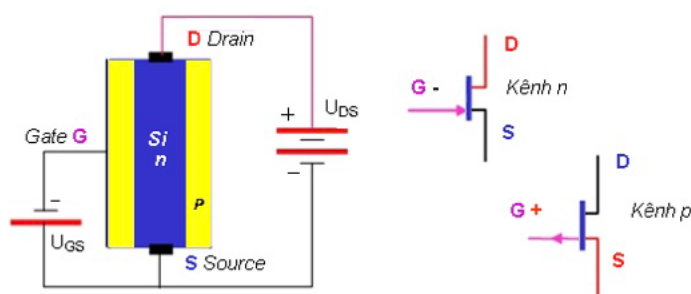
Khác với tranzito lưỡng cực đã xét ở phần trên có đặc điểm chủ yếu là dòng điện trong chúng do cả hai loại hạt dẫn (điện tử và lỗ trống tự do) tạo nên qua một hệ thống gồm hai mặt ghép p - n. Tranzito trường (còn gọi là tranzito đơn cực FET) hoạt động dựa trên nguyên lý ứng trường, điều khiển độ dẫn điện của đơn tinh thể bán dẫn nhờ tác dụng của 1 điện trường ngoài. Dòng điện trong FET chỉ do một loại hạt dẫn tạo ra. Công nghệ bán dẫn, vì điện tử càng tiến bộ, FET càng tỏ rõ nhiều ưu điểm quang trọng trên hai mặt là xử lý gia công tín hiệu với độ tin cậy cao và mức tiêu hao năng lượng cực bé. Phần này sẽ trình bày tóm tắt những đặc điểm quang trọng nhất của FET về cấu tạo, nguyên lý hoạt động và các tham số đặc trưng

đối với hai nhóm chủng loại: FET có cực cửa là tiếp giáp p - n (JFET) và FET có cực cửa cách li (MOSFET hay IGFET).

2.8.2. Transistor trường có cực cửa tiếp giáp – JFET:

2.8.2.1. Cấu tạo và ký hiệu qui ước:

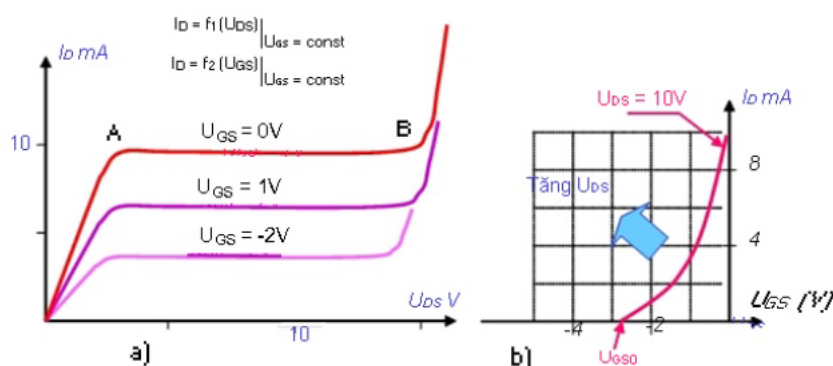
Trên đế tinh thể bán dẫn Si - n người ta tạo xung quanh nó 1 lớp bán dẫn p (có tạp chất nồng độ cao hơn so với đế) và đưa ra 3 điện cực là cực nguồn S (Source), cực máng D (Drain) và cực cửa G (Gate).



Hình 2.35: Cấu tạo của JFET và ký hiệu qui ước

2.8.2.2. Nguyên lý làm việc:

Để phân cực JFET, người ta dùng hai nguồn điện áp ngoài là $U_{DS} > 0$ và $U_{GS} < 0$ như hình vẽ (với kênh P, các chiều điện áp phân cực sẽ ngược lại, sao cho tiếp giáp p-n bao quanh kênh dẫn luôn được phân cực ngược). Do tác dụng của các điện trường này, trên kênh dẫn xuất hiện 1 dòng điện (là dòng điện tử với kênh n) hướng từ cực D tới cực S gọi là dòng điện cực máng I_D . Dòng I_D có độ lớn tùy thuộc vào các giá trị U_{DS} và U_{GS} vì độ dẫn điện của kênh phụ thuộc mạnh cả hai điện trường này.



Hình 2.36: Họ đặc tuyến ra(a) và đặc tuyến truyền đạt (b) của JFET.

2.8.2.3. Các tham số cơ bản của JFET:

Các tham số chủ yếu của JFET gồm hai nhóm:

* Tham số giới hạn gồm có:

- Dòng cực máng cực đại cho phép I_{Dmax} là dòng điện ứng với điểm B trên đặc tuyến ra (đường ứng với giá trị $U_{GS} = 0$); Giá trị I_{Dmax} khoảng $< 50mA$;

- Điện áp máng - nguồn cực đại cho phép và điện áp của nguồn U_{GSmax}

$U_{DSmax} = U_B / (1,2 \div 1,5)$ (cỡ vài chục Vôn)

ở đây U_B là điện áp máng nguồn ứng với điểm B.

- Điện áp khóa U_{GSO} (hay U_p) (bằng giá trị U_{DSO} ứng với đường $U_{GS} = 0$)

* Tham số làm việc gồm có:

- Điện trở trong hay điện trở vi phần đầu ra $r_i = \partial U_{DS} / \partial I_D | U_{GS} = \text{const}$ (cỡ $0,5 M\Omega$) r_i thể hiện độ dốc của đặc tuyến ra trong vùng bão hòa.

- Hở dẫn của đặc tuyến truyền đạt (S): cho biết tác dụng điều khiển của điện áp cực cửa tới dòng cực máng, giá trị điển hình với JFET hiện nay là $S = (7 - 10)mA/V$.

- Cần chú ý giá trị hở dẫn S đạt cực đại $S = S_0$ lúc giá trị điện áp U_{GS} lân cận điểm 0 (xem dạng đặc tuyến truyền đạt của JFET hình 2.36b) và được tính bởi $S_0 = 2I_{DO}/U_{GSO}$.

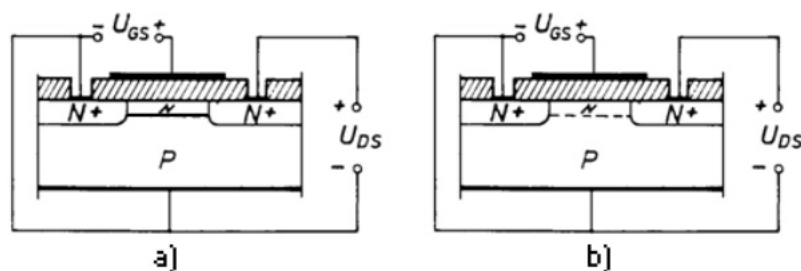
- Điện trở vi phần đầu vào: r vào do tiếp giáp p-n quyết định, có giá trị khoảng 109Ω .

- Ở tần số làm việc cao, người ta còn quan tâm tới điện dung giữa các cực C_{DS} và C_{GD} (cỡ pF).

2.8.3. Transistor trường có cực cửa cách ly - MOSFET:

2.8.3.1. Cấu tạo và ký hiệu quy ước:

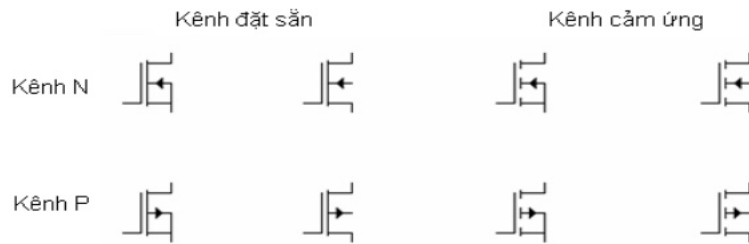
Đặc điểm cấu tạo của MOSFET có hai loại cơ bản được thể hiện trên hình vẽ



Hình 2.37: Cấu tạo của MOSFET

a) Loại kênh đặt sẵn; b) Loại kênh cảm ứng

Kí hiệu quy ước của MOSFET trong các mạch điện tử được cho trên hình.



Hình 2.38: Ký hiệu qui ước của MOSFET.

2.8.3.2. Nguyên lý làm việc:

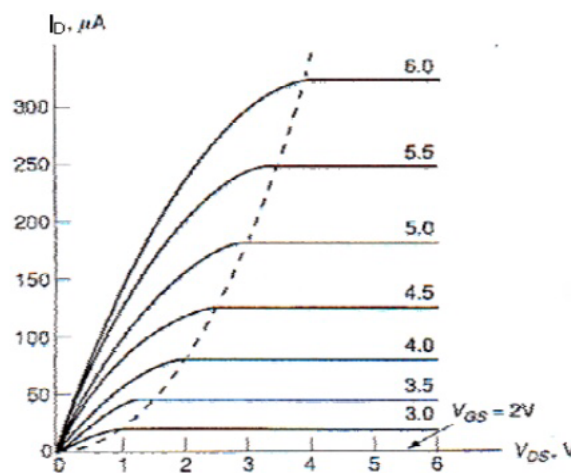
Để phân cực MOSFET người ta đặt 1 điện áp $U_{DS} > 0$. Cần phân biệt hai trường hợp:

- Với loại kênh đặt sẵn, xuất hiện dòng điện tử trên kênh dẫn nối giữa S và D và trong mạch ngoài có dòng cực máng I_D (chiều đi vào cực D), ngay cả khi chưa có điện áp đặt vào cực cửa ($U_{GS} = 0$).

- + Nếu đặt lên cực cửa điện áp $U_{GS} > 0$, điện tử tự do có trong vùng đế (là hạt thiểu số) được hút vào vùng kênh dẫn đối diện với cực cửa làm giàu hạt dẫn cho kênh, tức là làm giảm điện trở của kênh, do đó làm tăng dòng cực máng I_D . Chế độ làm việc này được gọi là chế độ giàu của MOSFET.

Nếu đặt tới cực cửa điện áp $U_{GS} < 0$, quá trình trên sẽ ngược lại, làm kênh dẫn bị nghèo đi do các hạt dẫn (là điện tử) bị đẩy xa khỏi kênh. Điện trở kênh dẫn tăng tùy theo mức độ tăng của U_{GS} theo chiều âm sẽ làm giảm dòng I_D . Đây là chế độ nghèo của MOSFET.

- + Nếu xác định quan hệ hàm số $I_D = f_3(U_{DS})$ lấy với những giá trị khác nhau của U_{GS} bằng lí thuyết thay thực nghiệm, ta thu được họ đặc tuyến ra của MOSFET loại kênh n đặt sẵn như trên hình vẽ.



Hình 2.39: Đặc tuyến ra của MOSFET.

- Với loại kênh cảm ứng, khi đặt tới cực cửa điện áp $U_{GS} < 0$, không có dòng cực máng ($I_D = 0$) do tồn tại hai tiếp giáp p-n mắc đối nhau tại vùng máng - đế và nguồn - đế, do đó không tồn tại kênh dẫn nối giữa máng - nguồn.

+ Khi đặt $U_{GS} > 0$, tại vùng đế đối diện cực cửa xuất hiện các điện tử tự do (do cảm ứng tĩnh điện) và hình thành một kênh dẫn điện nối liền hai cực máng và nguồn. Độ dẫn của kênh tăng theo giá trị của U_{GS} do đó dòng điện cực máng I_D tăng. Như vậy MOSFET loại kênh cảm ứng chỉ làm việc với 1 loại cực tính của U_{GS} và chỉ ở chế độ làm giàu kênh.

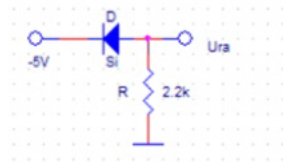
+ Biểu diễn quan hệ hàm $I_D = f_4(U_{DS})$, lấy với các giá trị U_{GS} khác nhau, ta có họ đặc tuyến ra của MOSFET kênh n cảm ứng như trên hình.

CHƯƠNG 3: MỘT SỐ BÀI TẬP ỨNG DỤNG CỦA LINH KIỆN ĐIỆN TỬ TÍCH CỰC

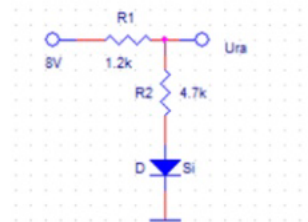
Bài tập 1: phân biệt sự khác nhau giữa BJT và FET ?

Khác nhau	BJT	FET
1	BJT là viết tắt của transistor lưỡng cực, vì vậy nó là một linh kiện lưỡng cực	FET là viết tắt của transistor trường, vì vậy nó là transistor đơn cực
2	BJT có 3 chân là cực gốc, cực phát và cực góp	FET có ba chân là cực máng, cực nguồn và cực cổng
3	Hoạt động của BJT chủ yếu phụ thuộc vào hạt mang điện đa số cũng như thiểu số	Hoạt động của FET chủ yếu phụ thuộc vào các hạt mang điện đa số là lỗ trống hoặc electron
4	Trở kháng đầu vào của BJT dao động từ 1K đến 3K, rất nhỏ	Trở kháng đầu vào của FET rất lớn
5	BJT là thiết bị điều khiển dòng điện	FET là thiết bị điều khiển bằng điện áp
6	BJT có độ nhiễu	FET ít nhiễu
7	Sự thay đổi tần số của BJT sẽ ảnh hưởng đến hiệu suất của nó	Đáp ứng tần số cao
8	Phụ thuộc vào nhiệt độ	Độ ổn định nhiệt tốt hơn
9	Rẻ tiền	Đắt tiền
10	Kích thước lớn hơn	Nhỏ hơn
11	Có điện áp offset	Không có điện áp offset
12	Độ lợi nhiều hơn	Độ lợi ít hơn
13	Trở kháng đầu ra cao do độ lợi cao	Trở kháng đầu ra ít do độ lợi ít
14	So với cực phát, cả hai cực của BJT là cực gốc và cực góp đều dương hơn	Cực máng là dương và cực cổng là âm so với cực nguồn
15	Cực gốc là âm so với cực phát	Cực cổng là âm hơn đối với cực nguồn
16	Có độ lợi điện áp cao	Độ lợi điện áp thấp
17	Có độ lợi dòng điện thấp	Độ lợi dòng cao
18	Thời gian chuyển đổi của BJT là trung bình	Thời gian chuyển đổi của FET nhanh
19	Phân cực BJT đơn giản	Phân cực FET khó
20	BJT sử dụng ít dòng điện hơn	FET sử dụng ít điện áp hơn
21	BJT phù hợp ứng dụng dòng điện thấp	FET phù hợp ứng dụng điện áp thấp
22	BJT tiêu thụ công suất cao	FET tiêu thụ công suất thấp
23	BJT có hệ số nhiệt độ âm	FET có hệ số nhiệt độ dương

Bài tập 2: cho mạch điện dùng diode như hình dưới. Xác định giá trị dòng điện qua diode I_D và điện áp ra trên tải R



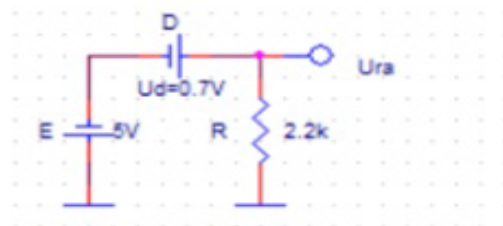
a)



b)

Giải

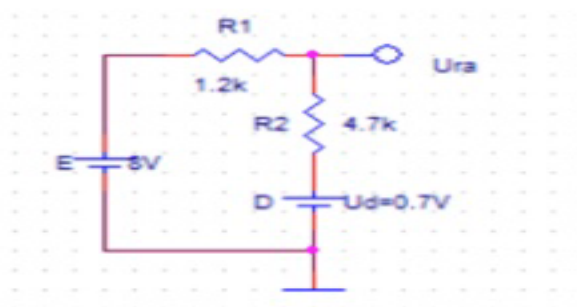
- a) Sơ đồ tương đương
 $E - U_D = I_D \cdot R$



$$\Rightarrow I_D = \frac{5 - 0,7}{2,2} = 1,95 \text{ mA}$$

$$U_{ra} = I_D \cdot R = 1,95 \cdot 2,2 = 4,3 \text{ V}$$

- b) Sơ đồ tương đương

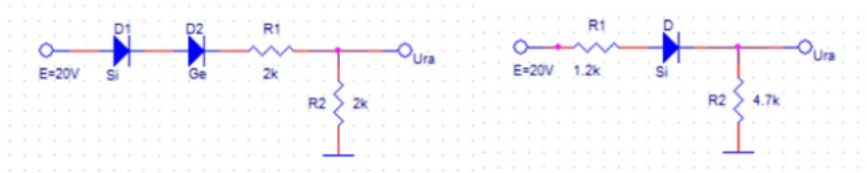


$$E - U_D = I \cdot (R_1 + R_2)$$

$$I = \frac{8 - 0,7}{1,2 + 4,7} = 1,24 \text{ mA}$$

$$U_{ra} = I_D \cdot R_2 - U_D = 1,24 \cdot 4,7 - 0,7 = 5,128 \text{ V}$$

Bài tập 3: cho mạch điện dùng diode như hình dưới. Xác định giá trị điện áp Ura

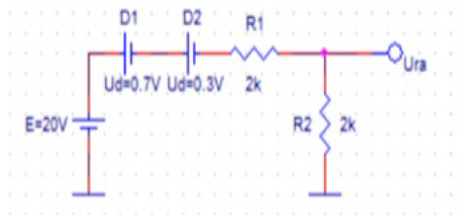


a)

b)

Giải

a)

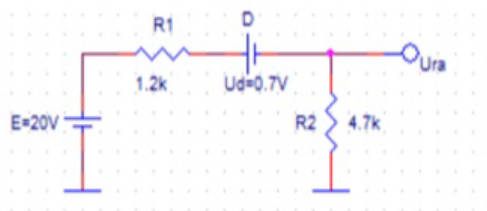


$$E - U_{D1} - U_{D2} = I.(R1 + R2)$$

$$\Rightarrow I = (20 - 0,7 - 0,3) / (2 + 2) = 4,75 \text{ mA}$$

$$\Rightarrow U_{ra} = I.R2 = 4,75 \cdot 2 = 9,5 \text{ V}$$

b)



$$E - U_D = I.(R1 + R2)$$

$$\Rightarrow I = (20 - 0,7) / (1,2 + 4,7) = 3,27 \text{ mA}$$

$$U_{ra} = I.R2 = 3,27 \cdot 4,7 = 15,37 \text{ V}$$

CHƯƠNG 4: KẾT QUẢ THỰC HIỆN

4.1 tự đánh giá đề tài

- Đề tài tiểu luận của nhóm em còn chưa được hoàn chỉnh và chưa được bố trí gọn gàng mong Thầy (Cô) bỏ qua cho nhóm tụi em . Còn phần nội dung lý thuyết còn hơi dài dòng chưa đc rút gọn .

4.1.1 ưu điểm

- Nội dung tiểu luận của nhóm em đã được có sẵn trong giáo trình môn học nên tụi em không tốn nhiều thời gian tìm kiếm nội dung tiểu luận. Còn phần bài tập thì nhóm em có lên mạng tham khảo tài liệu nên cũng bớt được một phần khó khăn khi làm bài tập.

4.1.2 khuyết điểm

- Do là lần đầu tụi em làm bài tiểu luận nên có nhiều thứ không biết trình bày làm sao cho hợp lý với bài thi nên còn nhiều sai sót mong Thầy (Cô) bỏ qua cho nhóm em .

4.2 kết luận và đề nghị

Nhóm em làm bài còn nhiều lỗi và chưa hoàn thiện cho lắm vẫn còn nhiều thứ phải cần học hỏi nhiều hơn nên nhóm em mong Thầy (Cô) có thể giúp và nâng đỡ cho nhóm tụi em để lần sau làm bài hoàn thiện hơn ạ. Nhóm em xin cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 <https://dientutuonglai.com/so-sanh-bjt-va-fet.html>
- 2 <https://123docz.net/document/3107366-giai-bai-tap-cau-kien-dien-tu.htm>